

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

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHIKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

METALLURGIYADA ISSIQLIK TEXNIKASI

Toshkent -- 2010

UDK 669.041

Metallurgiyada issiqlik texnikasi. O'quv qo'llanma
Yakubov M.M. - Toshkent, ToshDTU, 2010 y. 130 b.

O'quv qo'llanmada metallurgiyada issiqlik texnikasi kompleks nazariyasining asosiy tushunchalari berilgan bo'lib, unda pechlarda materiallarning fizik-kimyoviy o'zgarishi, gazlar va materiallarning harakatlanish qonuniyatlari hamda pechlarda issiqlik almashuv jarayonlari yoritilgan.

Maruzalar matni 5520400 - "Metallurgiya" bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Abu Rayxon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi 5-sonli qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar:

O'zMU, Kimyo fakulteti
«Noorganik va analitik kimyo»
kafedrasi professori

O.F. Xodjayev

ToshDTU, GKI fakulteti
"Metallurgiya" kafedrasi mudiri

prof. A.A. Yusupxodjayev

KIRISH

Yurtboshimiz I.A. Karimov o'zining «O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida» nomli asarida ta'kidlab o'tganidan, O'zbekiston zaminida mavjud bo'lgan boyliklarga ega davlatlar jahon xaritasida ko'p emas. O'zbekiston o'z yer osti boyliklari bilan haqli suratda faxranadi – bu yerda mashhur Mendeleyev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan.

Har qanday mamlakatning iqtisodiy va mafkuraviy salohiyati unda mavjud tabiiy boylik, energiya resurslari va shu mamlakat egasi bo'lgan har bir insonning bu boyliklardan oqilona foydalanishga yo'naltirilgan munosabati bilan belgilanadi desak mubolag'a bo'lmaydi.

Hozirgi kunda mustaqil respublikamiz o'zida ishlab chiqarilayotgan rangli, qimmatbaho, noyob va qora metallari bilan dunyo bozorida yetakchi o'rinlarni egallab kelmoqda.

Qadimdan ma'lumki, insoniyat toshdan (rudadan) metall ajratib olishda issiqlikdan foydalanib kelgan. Hozirgi texnika va texnologiyalarni rivojlantirilgan bir davrda ham metallurgiyani issiqlik energiyasiz tasavvur etish qiyin. Chunki har qanday metallurgik jarayonlar (pirometallurgik, gidrometallurgik) issiqlik yutish yoki chiqarish bilan boradigan fizik-kimyoviy o'zgarish orqali amalga oshiriladi. Ayniqsa metallurgik jarayonlar katta miqdorda issiqlik talab etadigan, yuqori haroratlarda (800°C - 1500°C) ishlaydigan agregatlarda olib boriladi. Demak, metallurgiyada issiqlik xomashyosidan metall olishda, ulardan turli qotishmali mahsulotlar tayyorlashda asosiy omil bo'lish bilan bir qatorda, shu mahsulotlarning tan narxini belgilashda asosiy omillardan biri bo'lib hisoblanadi, chunki metallurgik jarayonlarni issiqlik bilan ta'minlash uchun juda katta miqdorda yoqilg'i (tabiiy gaz, mazut, ko'mir) va elektr energiyasini sarflashini talab etadi. Shunday ekan metallurgiyada issiqlik energiyasidan unumli foydalanish mutaxassisdan bir qator bilimlarni o'rganishni talab etadi, bularga: metallurgiyada issiqlik bilan boradigan jarayonlar, issiqlik manbalari va ularni jarayonlar boradigan agregatlarga

yetkazib berish, agregatlarda uglerodli yoqilg'ilarning yonishi va elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanishi issiqlik almashuvi, issiqlik sarfi, agregatlarda issiqlikga chidamli materiallar qo'llanilishi va boshqalar kiradi. Bularning barchasini «Metallurgiyada issiqlik texnikasi asoslari» fani o'zida mujassamlashtirgan bo'lib, mutaxassis tayyorlashda ahamiyati katta.

Ushbu qo'llanma bir necha boblardan tashkil topgan bo'lib, matnlar sodda tilda bitilgan va mavzularga tegishli rasm, sxema hamda jadvallar bilan boyitilgan.

1. METALLURGIYADA ISSIQLIK TEXNIKASINING ROLI

1.1 METALLURGIYADA ISSIQLIK TEXNIKASINING ROLI VA RIVOJLANISHI

Dunyo miqyosida hozirgi paytda bir yilda 500 mln tonna po'lat va 20 mln t har xil rangli metallar olinadi, xomashyodan metall olish asosan pirometallurgiya jarayonlari yoki yoqilg'i sarflanadigan metallurgik pechlarda amalga oshiriladi. Zamonaviy metallurgik pech - yirik mexanizatsiyalangan va avtomatlashtirilgan agregat bo'lib, ularning o'lchamlari ishlab chiqarish unumdorligiga qarab, uzunligiga 250m, eniga 15m va balandligi 30m ni tashkil qiladi. Bu pechlarda bir sutka davomida pech bir necha yuzdan minglab tonnagacha dastlabki xomashyo qayta ishlanadi va yuzlab tonna yoqilg'i yoki minglab kVt elektr energiyasi sarflanadi. Pechlarning normal ishlashi uchun katta hajmli omborlar, shixta tayyorlaydigan joylar, transport xo'jaligi, gaz tarmoqlari, kichik elektrostansiyalar va boshqa kerakli qurilmalarni jihozlash lozimdir. Pechning qurilish narxi yuzlab million so'mlarni tashkil qiladi.

Pechning ichki ishlaydigan sira o'tga chidamli (ogneupor) g'isbtlardan teriladi, ular 2000°C haroratga chidamli bo'ladi.

Metallurgik pechni faqat yoqilg'i yonadigan dastgoh deb tushunish mutlaqo noto'g'ridir. Zamonaviy pech-mukammal fizik-kimyoviy jarayonlar boradigan agregat bo'lib, unda issiqlik texnikasi jarayonlari bilan bir paytda boshqa jarayonlar ham oqib o'tadi, ya'ni yoqilg'ining yonishi, elektr quvvatining issiqlik o'zgarishi, materiallarning fizik-kimyoviy o'zgarishlari, qattiq, suyuq va gaz fazalarini harakatlanishi va boshqalar.

Zamonaviy pechlarning ishlashini quyidagi bir-biriga chambarchas bog'langan va bir-biridan kelib chiqadigan jarayonlar tashkil etadi, bularga quyidagilar kiradi:

1. Yoqilg'ining yonishi yoki elektr quvvatining issiqlikka aylanishi energetik jarayoni.

2. Xomashyo va mahsulotlarning fizik-kimyoviy o'zgarishlari texnologik jarayoni.

3. Issiqlik almashuv sirtqi va ichki, gaz, eritma va qattiq fazalar o'rtasida issiqlik almashuv jarayoni.

4. Eritma va gazning harakatlanishi gidroaeromexanik jarayoni.

5. Qattiq moddaning harakatlanishi mexanik jarayoni.

Bundan ko'rinib turibdiki zamonaviy pechning ishlashi juda murakkab jarayonlardan tashkil topgan bo'lib, har bir jarayon o'zining qonuniga asoslanib o'tadi. Shuning uchun metallurgik issiqlik texnikasini o'zlashtirishda fundamental fanlar: fizik-kimyoviy, mutaxassislik fanlari, matematika, fizika metallurgiya jarayonlari asoslari, texnologik fanlar va boshqa fanlarga asoslanib o'tish maqsadga muvofiqdir.

Metallurgik pechlarning asosiy turlari

Metallurgiyada qo'llanadigan pechlar turlicha bo'lib, ularni quyidagi ko'rsatkichlar asosida sinflarga ajratish mumkin:

1. Texnologik maqsadiga ko'ra: quritish, kuydirish, eritish, isitish, termik qayta ishlash;

2. Issiqlik manbaiga qarab: uglerodli yoqilg'ilarda ishlaydigan pechlar, elektr pechlar.

3. Issiqlik almashuv asosida: isitilayotgan materiallar ichidan issiqlik chiqishi, issiqlik manbai alohida bo'lib, issiqlik almashuvi orqali isitilishi.

4. Ishchi hajmining tuzilishiga asosan: vertikal-shaxtali pech, gorizontaal - olovli pechlar, silindr shaklda, to'g'ri burchak shaklda va boshqalar.

5. Ishlash usuli bo'yicha: davriy va uzluksiz.

Metallurgiyada keng tarqalgan pechlar turlari

Metallurgiyada xomashyolarni quritish va kuydirish uchun mo'ljallangan pechlarning sakkiz turi mavjud, ular quyidagilardir:

1. **Ko'p tubli** pech vertikal silindr shaklda bo'lib, uning diametri 4-8m, balandligi bo'yicha gorizontaal tublarga bo'lingan. Tublar pech markazidan o'tgan po'lat o'qqa mahkamlangan bo'lib,

jarayon davomida o'z o'qi atrofida aylanma harakat qiladi (1-rasm).

Dastlabki shixta yuqoridagi tubga yuklanadi va pudlarning aylanma harakati hisobiga birin - ketin pastda joylashgan pudga tushiriladi. Yoqilg'i va havo har pud qarshisida joylashgan oynadan beriladi.

2. Quvur aylanadigan pech gorizontal silindr shaklida bo'lib, diametri 2-5m, uzunligi 20-200m, (1- rasm, b).

Shixta va yoqilg'i pechning qarama-qarshi tomonlaridan yuklanib, bir-biriga qarab harakatlanadi. Shixta, pechning ma'lum qiyalikda joylashishi va uni aylanishi natijasida harakatlanadi.

3. Aglomeratsion mashinaning eni 1-4m va uzunligi 10-50m bo'lgan bir-biriga jipslashgan po'lat aravachalardan tuzilgan. Shixta qatlam-qatlam qilib aravaga solinadi va yondiriladi, yonishga kerak bo'lgan havo shixta orqali so'riladi, (1- rasm, d).

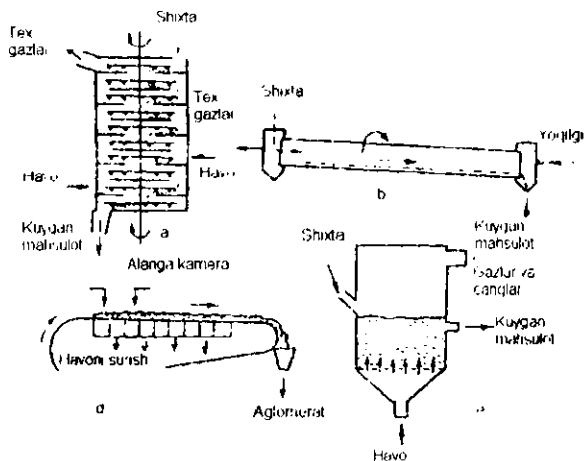
4. Qaynar qatlam (QQ) pechi eni 2-8m va balandligi 3-15m silindr shaklidagi kamerani eslatadi. Pechning pastki qismidan ko'tariladigan havo kuydirilayotgan materialni qaynar qatlam holda ushlab turadi, (1- rasm, e).

5.Yallig' qaytaruvchi pech ruda va boyitmalarni eritish hamda yarim mahsulotlarni tozalash uchun qo'llaniladi. Yallig' qaytaruvchi pechning eni 4-10m, uzunligi 10-35m bo'lib, kamera gorizontal joylashgan kamera, (2 - rasm, a). Dastlabki shixta pechga yon devorida joylashgan oynalardan yoki yuqoridagi maxsus tuynuklar orqali yuklanadi. Eritma mahsulotlar esa pechning vannasida to'planadi.

Yoqilg'i pechning bosh tomonidan beriladi, gazlar esa pechning oxiridan chiqariladi. Jarayonning mahsulotlari (shlak, shteyn) pechdan vaqti-vaqti bilan chiqariladi.

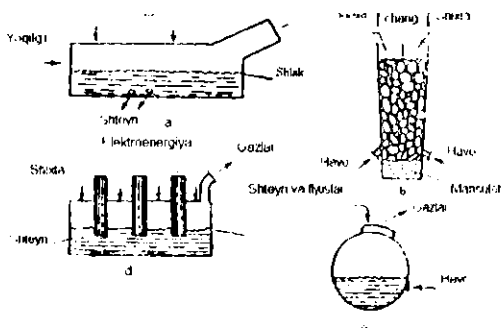
6. Shaxtali pech eni 1-2m, uzunligi 5-15m va balandligi 5-8m bo'lgan vertikal shaxta shaklida yasalgan.

Yirik shixta va yoqilg'i pechning tepa kesmasidan yuklanadi, havo esa pechning past qismiga joylashgan furalardan beriladi. Jarayon mahsulotlari tinimsiz pechning yig'indi xonasiga chiqariladi.



1 - rasm. Kuydirish va quritish pechlarining sxemasi.
a-ko'p tubli pech; b-quvurli aylanma pech; d-aglomeratsion mashina; c-qaynar qatlamlı pech.

7. **Elektr pechi** – yallig' qaytaruvchi pechgа o'xshash shaklda bo'lib, pechning yuqori qismidan grafitdan yasalgan elektrod tushirilgan, uning diametri 0,6-1,4m. Shixtani solish va erigan mahsulotlarni chiqarish yallig' qaytaruvchi pechgа o'xshashdir.



2- rasm. Ruda va boyitmalarni eritish pechlarining sxemasi.
a-yallig' qaytaruvchi pech; b-shixtali pech; v-ruda-termik elektropech; g-konverter.

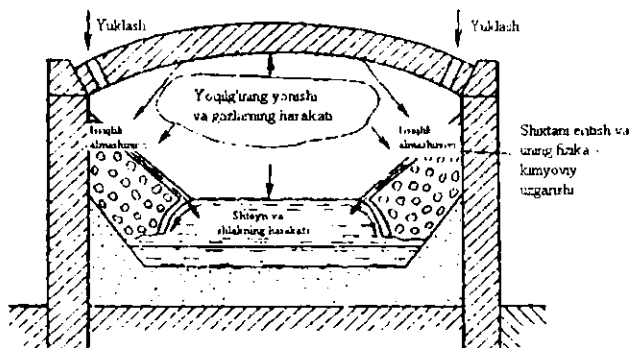
8. **Konverter** diametri 2-4m va uzunligi 4-10m bo'lmish gorizontal slindrni tasavvur etadi. Konverter aylanishi mumkin (gorizontal o'qi atrofida). Eritma shteyn va flyusni pechning yuqori qismidagi maxsus darchadan solinadi, havo esa to'g'ri eritmaga pechning pastki qismidan vannaga beriladi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada issiqlik texnikasi o'rni.
2. Metallurgiyada issiqlik texnikasini o'rganishning maqsad va vazifalari.
3. Metallurgik pechlar va ularda boradigan jarayonlar.
4. Metallurgik pechlarning turlari hamda ularning sinflanishi.
5. Rangli metallurgiyada keng tarqalgan pechlar turlari va ularning ishlash prinsipi.
6. O'zbekiston qora metallurgiyasida qo'llanilayotgan qanday metallurgik pechlarni bilasiz?

1.2 METALLURGIK PECHLARNING KOMPLEKS NAZARIYASI TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

Metallurgik pechlarning ishlashi bir paytda o'tadigan besh xil jarayonlardan iboratdir: ya'ni texnologik, energetik, aeromexanik, mexanik va issiqlik almashinuvlardir. Bularning asosiysi -- texnologik jarayondir. Boshqa jarayonlar unga bo'ysunadi. Ularning rivojlanishi shunday bo'lishi kerakki, texnologik jarayon sifatli va samarali o'tishini ta'minlash kerak. Amaliyotda hamma jarayonlar bir vaqtda o'tadi va bir-biriga bog'liqdir, bittasini jadallashtirish boshqalarini jadallashtirishga olib keladi. Bunday qonuniyatlarni amalda ishlab turgan yallig' qaytaruvchi pechda ko'rib chiqamiz, (3 - rasm).



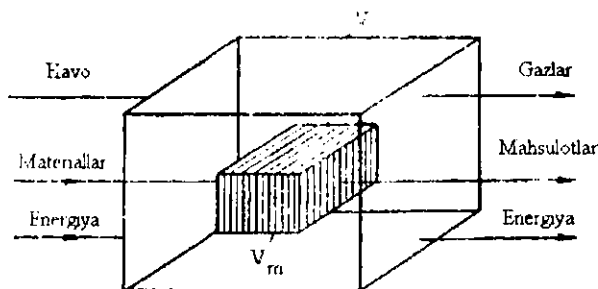
3- rasm. Yallig' qaytaruvchi pechda eritish jarayoni sxemasi.

Rasmda, yallig' qaytaruvchi pechning ko'ndalang kesimida asosiy jarayonlarni o'tish o'rni ko'rsatilgan. Unda uglerodli yoqilg'i pechning hajmida yonadi va yuqori haroratli gazlar paydo bo'ladi – bu energetik jarayon. Paydo bo'lgan gazlarning pech ichida harakatlanishi - aeromexanik jarayonni tashkil qiladi. Harakat davrida issiq gazlar issiqlik sovuq shixtaga beradi – bu issiqlik almashuv jarayoni. Olingan issiqlik natijasida shixta eriydi va unda tegishli fizik-kimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi, uning natijasida mahsulot paydo bo'ladi (shiteyn va shlak), bu texnologik jarayon deb ataladi. Shixta ustida hosil bo'lgan eritma pastga qarab siljiydi va pechning hovuzida shiteyn va shlakka ajralib, ikki qatlam paydo bo'lishi mexanik jarayon deb ataladi.

Pechda yoqilg'i qanchalik shiddatli yonsa, shuncha ko'proq gaz paydo bo'ladi va pechning harorati yuqoriga ko'tariladi. Bu esa gazdan qattiq moddaga issiqlik berishni jadallashtiradi va fizik-kimyoviy jarayonlarning tezroq o'tishiga olib keladi. Misoldan ko'rinib turibdiki, zamonaviy pechlarda boradigan jarayonlarni o'rganishi faqat kompleks nazariyasi bo'lishi kerak, ya'ni metallurgik, texnologik jarayonlarning o'tishi va energetik jarayonlar uzviy bog'liqlikda deb qarash lozim.

Kompleks nazariya yuqorida keltirilgan jarayonlarning umumiy qonuniyatlari va ularni pechlarda o'tadigan jarayonlarga har xil ta'sirini o'rganadi.

Quyidagi metallurgik pechlarning ishchi hajmida yuqorida sanab o'tilgan asosiy jarayonlarning sonli bog'liqligini aniqlaymiz. Buning uchun pechdagi jarayonlarning umumlashtiruvchi matematik sxemasini tasvirlaymiz, (4 - rasm).



4- rasm. Metallurgik pech ishi umumiy sxemasi

Pechning V hajmida qattiq, eritma materiallar va mahsulotlar joylashgan, ular pechda V_m hajmini egallagan. Pechning ishchi hajmiga havo, materiallar va quvvat beriladi, pechdan esa gazlar, mahsulotlar va quvvat (gazlar bilan tashqariga chiqib ketayotgan, isrof bo'layotgan issiqlik va boshqalar) chiqib ketadi. Pech sxemasidan bir-birining soniga bog'liq bo'lgan, asosiy jarayonlarning umumlashtirilgan tenglamasini keltirib chiqaramiz.

Texnologik jarayon – ruda yoki boyitmadan talab qilingan darajada sifatli metall olish uchun dastlabki materiallarni fizik-kimyoviy o'zgartirish tushuniladi. Texnologik jarayonning sonli o'lechovi kimyoviy va diffuzion o'zgarishlarning tezligi va materiallar mahsulot bilan belgilanadi va uni quyidagi tenglama orqali ifodalasa bo'ladi:

$$A = V_m \varphi (\tau^{\max})_{\Sigma} \quad (1)$$

bunda A - pechning ishlab chiqarish unumdorligi, t/s sutkada;

V_m - pechning ishchi hajmida texnologik jarayonda qatnashayotgan material va mahsulotlarning egallagan qismi, m ;

φ - materiallarning aralashtirish yoki bir-biri bilan to'qnashish koeffitsienti bo'lib, massa almashish jarayoni bilan belgilanadi.

$C_{\Sigma}^{\max}$ - ideal sharoitida ($\varphi=1$) materiallar fizik-kimyoviy o'zgarishlar yig'indisining maksimal tezligi;

Tezlik o'lehami materiallarning yakunlovchi mahsulotlarga o'tishi bilan baholanadi, t/sm^3 .

τ - pechning sutka davomida ishlash vaqti, s/sutka.

Tenglamada asosiy ko'rsatkichlar ishlab turgan pechning tajribasidan aniqlash mumkin.

Energetik jarayon - pechning ishchi hajmiga jarayonga yetmagan issiqlikni berish bilan va ortiqcha issiqlikni pechdan chiqarib yuborish bilan baholanadi. Shuning bilan birga pechdagi issiqlikning atrof-muhitga sarfi ham inobatga olinadi. Energetik jarayon pechning bir soat davomida ishlash davridagi issiqlik balansi tenglamasi bilan aniqlanadi.

$$\frac{A}{\tau} (q_m + \Sigma Q_{sarf}) = Ex \quad (2)$$

bunda: q_m - materiallarning issiqlik yutishi, kkal/t, yoki shixtaning yakunlovchi mahsulotga o'tishi uchun kerak bo'lgan issiqlik quvvati miqdori, bu ko'rsatkich pechda boradigan endotermik yoki ekzotermik reaksiyalar hisobiga manfiy va musbat bo'lishi mumkin.

ΣQ_{sarf} - gaz va sovitish dastgohi orqali pechdagi issiqlik sarfi (atrof-muhitga), kkal/t;

E - pechning ishchi hajmida yoki undan chiqarayotgan solishtirma issiqlik energiya miqdori, kkal/t

x - yoqilg'i, elektroenergiya yoki energiya tashuvchi sarfi (t/s , m^3/s yoki kVt/s)

Issiqlik almashuv jarayoni - fizik-kimyoviy o'zgarishlarga duch kelgan materiallarga issiqlik berish yoki undan ajratishdan iboratdir, bunda sistemaning energetik tizimi o'zgarishi ro'y beradi. Har ikkala holda ham issiqlik almashuvi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

$$\frac{A}{\tau} q_m = \alpha_{\Sigma} (t_1 - t_m) F_m \quad (3)$$

bunda: α_2 - pechdan materialga yoki aksincha materialdan pechga beriladigan umumiy issiqlik almashish koeffitsienti, kkal/(m. s. grad);

t_n - issiqlik oladigan yoki beradigan pech elementlarining o'rtacha harorati, °C;

t_m - issiqlik oladigan yoki beradigan material sirtining o'rtacha harorati, °C;

F_m - issiqlik almashuvda qatnashayotgan yuza, m².

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki q_m ning qiymati manfiy yoki musbat bo'lishidan qat'iy nazar, metallurgik pech har doim issiqlik almashuv agregati bo'lib hisoblanadi.

Gazlar aeromexanik harakatining - ahamiyati nihoyatda katta, chunki gazning hajmi katta bo'lib, bu hajm qattiq va suyuq moddalarning hajmidan bir necha marotaba ortiq. Shuning uchun pechning asosiy o'lehovlarini gazning normal harakatlanishi shartidan aniqlanishi lozim. Gazning harakatini pechning o'lehovlari bilan bog'laydigan asosiy tenglama pechning material balansidan, (ya'ni pechda) bir soat davomida paydo bo'layotgan va harakatlanayotgan gazning hajmi orqali aniqlash mumkin.

$$\left(\frac{d}{dt}V_1 + V_2x + V_3\right)(1 + \beta t) = 3600F\omega_{\text{газ}} \quad (4)$$

Bunda: V_1 - normal sharoitda (0 °C va 760 mm.sim.us.) shixtadan ajralib chiqayotgan gazning solishtirma hajmi, m³/t;

V_2 - normal sharoitda energetik jarayondan ajralib chiqayotgan gazning solishtirma hajmi, m³/t;

V_3 - normal sharoitda pechga beriladigan havoning hajmi, m³/s;

t - gazning pech ichidagi o'rtacha harorati, °C;

$\beta = \frac{1}{273}$ - gazlarning hajmiy kengayishi koeffitsienti 1/°C;

F_1 - pechning gazga to'la yuzasi kesimi, m²;

$\omega_{\text{газ}}$ - pechdagi gazning haqiqiy o'rtacha tezligi, m/s.

Bu tenglamada eng muhim ko'rsatkich gaz harakatining tezligi va uning qiymati quyidagilar bilan belgilanadi:

- alangali pechda - chang chiqishi bilan;
- shixtali pechda pechdagi shixta ustunining mustahkamligi;

- qaynab turgan pechda – materiallarning qaynash sharti va boshqalardir.

Mexanik jarayon - bu qattiq materiallar (shixta) va eritmalar (shlak va shteyn) ning pechdagi harakati bo'lib, oldingi tenglamalarda ma'lum darajada hisobga olingan edi, bular:

τ_p - materiallarni aralashtirish koeffitsienti;

α_y - issiqlik berish koeffitsienti;

F_m – issiqlik almashuvda qatnashayotgan materialning yuzasi,

ω_{01} – pechdagi gazning tezligi va boshqalardir?

Ayrim hollarda materiallarning harakatlanishi pechning asosiy o'lovlariga mustaqil ta'sir etishi mumkin, u quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{A}{\tau \rho} = F_{T,U} W_m \quad (5)$$

bunda: $F_{T,U}$ - pechdagi qattiq va suyuq materiallarning harakatlanadigan kesim yuzasi, m^2 ;

W_m – materiallar (yoki mahsulotlarni) harakatlanishining chiziqli tezligi, m/s ;

Yuqorida keltirilgan tenglamalar sistemasi pechning asosiy tasniflarini uning asosiy o'lovchalariga bog'lab, turli pechlarga qo'llasa bo'ladi, shuning uchun bu sistema universal deb hisoblanadi, bu qonuniyatlar - metallurgik issiqlik texnikasining kompleks nazariyasi asoslari.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarda qayta ishlanadigan xomashyolarning qanday turlarini bilasiz.

2. Pechlarda moddalarning fizik-kimyoviy o'zgarishini qanday tushunasiz?

3. Metallurgik pechlar ishida energetik jarayonlar ahamiyati nimadan iborat?

4. Pechlarda aeromexanik va mexanik jarayonlar, ularning borishida issiqlik roli.

5. Texnologik jarayonni qanday tushunasiz, u nimalarga bog'liq va qanday ko'rsatkichlar bilan baholanadi?

1.3 METALLURGIK PECHLARDA MATERIALLARNI FIZIK-KIMYOVIY O'ZGARISHI

Oldingi ma'ruzada ko'rib chiqilganidek metallurgik pechlar ishini belgilab olish texnologik jarayonlar natijasi bo'lib, u o'zida qolgan to'rtta jarayonlarning borishini belgilab beradi. O'z navbatida texnologik hamda boshqa jarayonlarning samarali o'tishi esa pechga berilayotgan issiqlikka uzviy bog'liqdir. Shu sababli metallurgiyada issiqlik texnika asoslarini o'rganish va o'zlashtirishni texnologik jarayonlar bilan tanishishdan boshlash maqsadga muvofiqdir.

Metallurgik pechda materiallarning fizik-kimyoviy o'zgarishi quyidagi jarayonlarining o'zida jamlashtiriladi; ular:

1. sulfid, sulfat, oksid, gidrat, karbonat va boshqa murakkab birikmalarning termik parchalanishi;
2. komponentlar oksidlanishi;
3. komponentlar tiklanishi;
4. komponentlarning o'zaro almashuvi, reaksiyaga kirishishi;
5. eritma paydo bo'lishi va bo'linishi;
6. shixta fizik holatining o'zgarishi - erishi, bug'lanish va hokazo.

Bu o'zgarishlar metallurgik pechda qattiq, suyuq va gaz fazalarda, asosan bir vaqtda ikki yoki uch fazali sistemalarda ro'y beradi.

Metallurgik jarayonlar - murakkab kompleks jarayon bo'lib, bir paytda o'nlab har xil, bir-biriga bog'liq va bir-biriga ta'sir etuvchi kimyoviy hamda fizik jarayonlardan tashkil topadi.

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalarning sonli va sifatli bog'likliklarini hamda ularni borishini aniqlovchi qonuniyat - kimyoviy termodinamikadir. Ternodinamik tahlil yordamida kimyoviy reaksiya yo'nalishi, ularning yakunlovchi ko'rsatkichlari fizik holati va energetik tasniflarini olish mumkin.

Termodinamikada asosiy ko'rsatkichlardan biri Gibbs energiyasi bo'lib, reaksiya davomida izobarik-izotermik potensial o'zgarishlarni aniqlaydi:

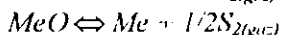
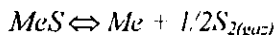
$$\Delta G^{\circ} = -2,303 RT \lg Kp$$

bunda: R - universal gaz doimiyligi, 1.987 kkal/(grad.st)

T - absolyut harorat, K.

ΔG° - ning qiymati reaksiyani issiqlik effekti — ΔH° ga va entropiyaning o'zgarishi ΔS° ga bog'liqdir.

Agar xomashyoni eritish jarayoni mahsulotning gaz holida bo'lsa, masalan:



U holda ΔG° qiymatini shu gaz parsial bosimi P orqali aniqlansa bo'ladi:

$$\Delta G^{\circ} = -2,303 RT \lg P_{(gaz)}$$

Metallurgik nazariyaning muhim qismi kimyoviy kinetika bo'lib, u kimyoviy reaksiyalar tezligini o'rganadigan fandir. Kimyoviy reaksiyalar tezligi jarayon haroratini, bosimini va miqdoriy o'zgarishini bog'laydigan umumiy kinetik qonuniyatdir. Masalan, oddiy gomogen reaksiya tezligi jarayonida ishtirok etayotgan materialni massasiga va haroratga bog'liq bo'lib, uni Vant-Goft va Arrenius tenglamasi orqali ifodalash mumkin.

$$v = Z e^{-\frac{E}{RT}} C_1^m C_2^m ;$$

$$v_{lim} = A e^{-\frac{E}{RT}}$$

bunda: A - reaksiya doimiyligi.

E -- aktivlanish quvvati;

R- universal gaz doimiyligi, kkal/(grad. mol): R = 1,987

T- absolyut harorat, °K

Metallurgik jarayonlar murakkab geterogen reaksiyalar asosida o'tadi, shuning uchun ularning tezligi faqat reaksiya tezligi emas, faol yuzada gazlarning almashuvini ta'minlovchi diffuziyaga ham bog'liqdir. Bunda komponentlar o'zaro kimyoviy reaksiya tezligi harorat bo'yicha eksponenti bilan o'zgaradi.

Fizik-kimyoviy o'zgarishlar samarali o'tishining muhim sharti shixta moddalarning o'zaro to'qnashishi va aralashtirilishi. Ya'ni, moddalar qanchalik to'liq o'zaro to'qnashsa, jarayon shuncha tezroq va to'laroq o'tadi. Materiallar qanchalik maydaroq bo'lsa, erisa yoki bug'lansa, ularning to'qnashishi to'liqroq bo'ladi. Bunday sharoitlar qaynar qatlamli, shaxtali va elektr pechlarda, shuningdek avtogen sharoitida ishlaydigan zamonaviy eritish pechlarida yaratilgan.

Termik ajralish va murakkab birikmalarning paydo bo'lishi

Metallurgik pechlarda qayta ishlanayotgan ruda, boyitma yarim mahsulot, flyus va reagentlar moddiy tarkibi jihatdan murakkab bo'lib, har xil kimyoviy birikmalardan iboratdir. Xomashyo tarkibida ko'p uchraydigan birikmalarga, quyidaqilar kiradi.

Karbonat - Me CO_3	Gidrat - MeOH
Sulfid - Me S	Silikat - $\text{MeO} \cdot \text{SiO}_2$
Sulfat - Me SO_4	Xlorid - Me Cl
Oksid - Me O	

Pechning ishehi hajmiga berilgan shixta yuqori harorat ta'sirida bu murakkab birikmalardan oddiy birikmalar yoki elementlarga parchalanadi — bu termik ajralish (parchalanish) deb ataladi. O'z navbatida pechda hosil bo'lgan erkin elementlar kislorod va oltingugurt bilan birikib, oksidlar hamda sulfidlarni hosil qiladi.

Termik parchalanishga kerak bo'lgan issiqlikning miqdori kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektidan olinadi. Metallurgiyada tez-tez uchraydigan reaksiyalarning issiqlik effekti maxsus adabiyotlarda jadval va diagrammalar shaklida berilgan

Bu jadavallarda standart sharoitda (25°C , 1 at) karbonat, sulfid, sulfat, oksid, gidrat va xloridlar paydo bo'lish reaksiyalarining issiqlik effektlari keltirilgan. Ma'lumotlardan foydalanib har qanday reaksiyalar issiqlik effektini hisoblash mumkin. Gess qonuniga asosan, reaksiyaning issiqlik effekti reaksiyaga kirishayotgan moddalarni kimyoviy formulaga asosan stexiometrik

koefitsientlarini hisobga olgan holda oxirgi mahsulot paydo bo'lishining issiqlik effekti yig'indisining dastlabki moddalar hosil bo'lishidagi issiqlik effekti yig'indisi farqi aniqlanadi.

Masalan: 1kg 1mol CaCO_3 parchalanishiga kerak bo'lgan issiqlik miqdorini aniqlash kerak bo'ladi. Dastlab jarayon reaksiyasini yozib olamiz.



So'ngra jadvalda birikmalar hosil bo'lishidagi issiqlik miqdorini topamiz:

CaO uchun – 633,3 kJ/mol;

CO_2 - 392,9 kJ/mol;

CaCO_3 - 1205,5 kJ/mol.

Bularni bilgan holda, kerak bo'lgan umumiy issiqlik Q miqdordan hisoblab topamiz:

$$Q = (633,3 + 392,9) - 1205,5 = -179,3 \text{ kJ/mol.}$$

Misoldan ko'rinib turibdiki, 1mol CaCO_3 termik parchalanish uchun $Q = 179,3 \text{ kJ/mol}$ issiqlik talab etilar ekan.

Komponentlar oksidlanishi

Oksidlanish jarayonlari metallurgiyada muhim ahamiyatga ega bo'lib, sulfidli xomashyo va metallarni oksidlash, olovli tozalash va boshqa jarayonlarda tez-tez uchrab turadi. Komponentlarning oksidlanish qatori ham Gibbs energiyasini o'zgarish diagrammasidan olish mumkin.

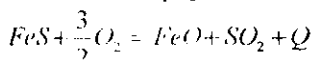
Sulfidlarning alanga olish harorati - sulfidlarning oksidlanish harorati bo'lib, uning havoda yonishi sulfidni tabiatiga va faol sirtiga bog'liqdir. Sulfidlar qancha maydaroq bo'lsa, uning yonish harorati shuncha pastroq bo'ladi.

Misol tariqasida quyidagilarni keltiramiz: $^{\circ}\text{C}$

Sulfid o'lchovi, mm	CuFeS	FeS	ZnS
+0,0 – 0,05	280 $^{\circ}\text{C}$	290 $^{\circ}\text{C}$	554 $^{\circ}\text{C}$
+0,05 – 0,075	335 $^{\circ}\text{C}$	345 $^{\circ}\text{C}$	605 $^{\circ}\text{C}$
+0,075 – 0,10	357 $^{\circ}\text{C}$	405 $^{\circ}\text{C}$	623 $^{\circ}\text{C}$
+0,10 – 0,15	364 $^{\circ}\text{C}$	442 $^{\circ}\text{C}$	637 $^{\circ}\text{C}$

Oksidlanish jarayonlarining tezligida pechdagi gazning tarkibi muhim ahamiyatga ega – ayniqsa kislorodning miqdori. Gazda kislorodning miqdori baland bo'lsa, shuncha oksidlanish jarayonlari yuqori tezlikda o'tadi.

Sulfidlarning oksidlanish jarayonlari issiqlik ajralish bilan o'tadi. Unda issiqlik effektini aniqlash Gess qonuniga asoslangan jadvallardan foydalanib hisoblash mumkin. Masalan, quyidagi reaksiyaning issiqlik effektini aniqlaymiz:



Jadvaldan moddalarning elementlarda paydo bo'lishining issiqlik effekti qiymatini olamiz:

kJ/molga: FeS – 95,3; FeO – 268,8; SO₂ – 296,4.

$$Q = 268,8 + 296,4 - 95,3 = 669,9 \text{ kJ/mol.}$$

Misoldan ko'rinib turibdiki 1 mol FeS pirit minerali oksidlanganda 669,9 kJ issiqlik ajralar ekan.

Komponentlarning tiklanishi – metallurgiya xomashyosidan toza metall olishning asosiy jarayonlaridan biridir. Metallarni tiklash maxsus tiklovchilar yordamida amalga oshiriladi.

Asosiy tiklovchi reagentlarga: C, CO, CH₄, Me, H₂ misol bo'lib, metallurgiyada asosiy qo'llaniladigan reagentlarga ko'mir va tabiiy gaz kiradi. Tiklanish jarayonining dastlabki ma'lumotini (termodinamik ko'rsatkichlarni) bilgan holda tiklanish jarayonining muvozanat doimiyligini quyidagicha aniqlash mumkin.

Asosiy tiklanish reaksiyasi: $MeO + CO \leftrightarrow Me + CO_2$.

$$K_p = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \quad \text{yoki} \quad \lg K_p = \lg \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$$

Qanchalik $\lg \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$ qiymati katta bo'lsa, metall oksidi osonroq

tiklanishi mumkin. Jadvaldan ko'rish mumkinki, eng oson tiklanadigan oksidlarga mis, qo'rg'oshin va nikel oksidlarini ko'rish mumkin. Ularni tiklash uchun past harorat va kam miqdorda gaz CO yetarlidir.

Ko'pchilik tiklanish reaksiyalariga issiqlik effekti manfiy ko'rsatkichga ega. Ya'ni issiqlik yutish bilan boradi. Shuning

uchun tiklanish jarayoni tashqaridan qo'shimcha issiqlik berilishini talab etiladi.

Tiklanish haroratlari bo'yicha ayrim ma'lumotlar: °C

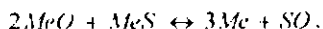
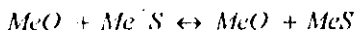
$\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO}$	400-800	$\text{NiO} \rightarrow \text{Ni}$	400-900
$\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$	800-1200	$\text{PbO} \rightarrow \text{Pb}$	300-700
$\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$	500-800	$\text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}$	800-1300

Masalan, $\text{NiO} + \text{C} = \text{Ni} + \text{CO}$ tiklanish reaksiyasiga kerak bo'lgan issiqlikni quyidagicha aniqlasa bo'ladi: jadvaldan CO va NiO elementlardan paydo bo'lish uchun talab etiladigan issiqlikni aniqlaymiz: kJ/mol:

$$\text{CO} - 110,3; \text{NiO} - 240,3.$$

$$Q = 110,3 - 240,3 = 130,0 \text{ kJ/mol.}$$

O'rin almashish jarayonlari - almashinuv reaksiyalari rangli metallurgiyada asosiy jarayonlardan bo'lib, ular oksidlar bilan sulfidlar va oksidlar bilan metallar orasida boradi.



Birinchi ikkita reaksiya mis, nikel, qo'rg'oshin va boshqa rangli metallar boyitmalarini eritib shteyn olishda va shteynni qayta ishlashda katta ahamiyatga ega. Uchinchi reaksiya xomaki metallni olovli tozalashda va metall sifatini maromiga yetkazishda amalga oshadi.

O'zlarishtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarda qayta ishlanayotgan xomashyoning fizik-kimyoviy o'zgarishi qanday jarayonlar hisobiga amalga oshadi?

2. Termodinamik ta'lim nima, uning metallurgik pechlarda boradigan jarayonlarni o'rganishda qanday ahamiyati bor.

3. Ruda va boyitmalarda metallar qanday tabiiy birikmalar holida bo'ladi va qanday sirtilanadi?

4. Metallurgiyada shixta nima, uning tarkibini qanday moddalar tashkil etadi va ularning tasnifi?

5. Pechlarda xomashyoning termik parchalanishi va murakkab birikmalar paydo bo'lishida jarayonga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?

6. Metallurgiyada eritish jarayoni mahsulotlariga nimalar kiradi va ularning tasnifi?

1.4 GAZLAR VA MATERIALLARNI HARAKATLANISHI

Metallurgik pechlar ishlashida katta hajmda issiq gazlar paydo bo'ladi. Ko'pincha jarayondan ajralayotgan gazning miqdori qayta ishlanayotgan materiallar massasidan ko'proqdir. Masalan, yallig' pechda bir sutkada 1500 t shixta qayta ishlansa, undan 2500 t gaz paydo bo'ladi, 1200°C haroratda uning hajmi 9,2 mln m³/sutkani tashkil qiladi. Pechni ishchi hajmida gazning harakatlanishi texnologik jarayonni oqib o'tishiga, yoqilg'ini yonishiga, issiqlik almashuviga qattiq va suyuq moddalarni harakatlanishiga katta ta'sir etadi. Gazning harakatlanishi pechni o'lovini va formasini, gaz harakatlanuvchi yo'laklar shakli kabi boshqa dastgohlarni belgilaydi. Shuning uchun pechni loyihalash va ishlatishda gaz mexanikasini asoslarini bilgan holda boshqarish lozimdir.

Gaz mexanikasida keng qo'llaniladigan asosiy ko'rsatgichlarga quyidagilar kiradi:

a) Real sharoitda gazlarning haqiqiy solishtirma og'irligi γ_{tp}

$$\gamma_{tp} = \frac{\gamma_0}{(1 + \beta t) 760}$$

bunda: β - gazni hajmi kengayish koeffitsienti,

γ_0 - 0°C va bosim 760 mm simob ustuni bo'lganda gazning solishtirma og'irligi;

b) Real sharoitda gazlarning hajmi V_{tp}

$$V_{\eta} = \frac{V_0 (1 + \beta t) 760}{P}$$

Bunda: V_0 – 0°C va bosim 760 mm.sim.ust. bo'lganda gazni nisbay hajmi, p-gazning bosimi, mm.suv.ust.

d) ω - 0°C va bosim 760 mm.sim.ust. bo'lganda gazning nisbiy harakatlanish tezligi, m/sek.

$$\omega = \frac{V_0}{F}$$

bunda: F - pech yoki gaz harakatlanish yo'lagining perpendikulyar kesimi, m.

ω_{η} - $t^{\circ}\text{C}$ va P bosimda gazning real harakatlanish tezligi

$$\omega_{\eta} = \frac{W (1 + t) \cdot 760}{P}$$

Pechning ichidagi bosim atmosfera bosimidan katta farq qilmasligi sababli gazning real solishtirma og'irligi, hajmi va tezligi qo'shimcha ko'rsatkichsiz aniqlanadi.

P – gaz bosimi, 1 mm suv. ust. = 1 kg/m.

$$\gamma_t = \frac{\gamma}{1 + \beta t}; \quad V_t = V_0 (1 + \beta t); \quad W_t = W_0 (1 + \beta t)$$

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho}$$

ρ - zichlik, kg/m.

γ – kinematik qovushqoqlik, m/sek.

μ - dinamik qovushqoqlik, m^2/sek ; $q = 9,81 \text{ m/s}$

$$d = \frac{4 F}{S}$$

bunda: F – pechni perpendikulyar kesimi, m.

S – kesimni perimetri, m.

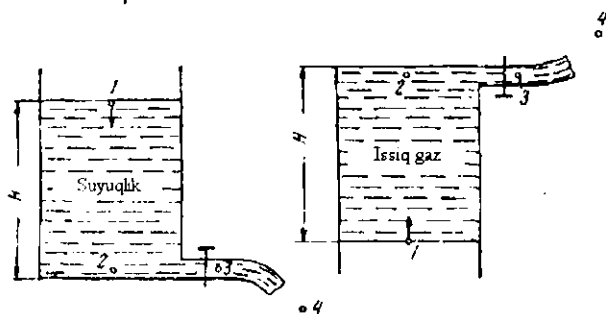
d – pech yoki gaz harakatlanish yo'lagining gidravlik diametri, m

Gazning bosimi va uning o'lchovi

Metallurgik jarayonlar davomida ajralayotgan gazlar harakati pechdagi haroratni boshqarib turadi. Shuning uchun metallurgiyada issiqlik texnikasini o'rganishda gazlarni mexanikasini o'rganish katta ahamiyatga ega.

Pechda harakatlanayotgan gazlar potentsial va kinetik quvvatga ega, shu quvvatning evaziga gaz harakat davomida hamma qarshiliklarni yengib o'tadi. Gazlar harakat quvvat uning bosimi bilan o'lchanadi. Pechlardagi gazlarni harakatini o'rganishda, suyuqliklarini ma'lum hajmidagi harakatlanish qonuniyatlariga asoslanamiz. Chunki suyuqlik va gaz biror bir hajmidagi qarshilikni yengib o'tish ularning qovushqokligiga bog'liqdir. Real sharoitda suyuqlik va gazlarning qovushqoqligi bir xil harakatlanadi. Shuning uchun pechdagi gazning harakatini o'rganishda gidravlika qonuniyatlariga asoslanamiz.

Gidravlikada to'rt xil bosim ma'lumdur: geometrik, pezometrik, dinamik va yo'qotilgan. Quyidagi 5 - rasmda gidravlik bosimlar bilan tanishib chiqamiz.



5- rasm. Bosim turlari.

Rasmlarda 1 - nuqta geometrik bosimni ifodalaydi, suyuqlikni pastga va **issiq havo** balandga harakatining intilish tasavvurni ko'rsatadi. Bu nuqta suyuqlikni potentsial quvvatini aniqlaydi. Suyuqlik ustunining balandligi H qanchalik ko'p bo'lsa, potentsial quvvat - h_n shuncha katta bo'ladi.

2 - nuqta **pyezometrik bosimni** – yoki statik bosimni ko'rsatadi – h_n . Suyuqlik yoki gazni idishdan chiqib ketishga intilishni ko'rsatadigan bosimdir. Pyezometrik bosim ham suyuqlikni potensial quvvatini ko'rsatadi.

3 - nuqta idishdan chiqib ketayotgan suyuqlik yoki gazni **dinamik yoki tezlik bosimini** – h_n ko'rsatadi va harakatda bo'lgan suyuqlik yoki gazni kinetik quvvatini aniqlanadi.

Idishdan tashqarida joylashgan 4 - nuqta yo'qotilgan bosimni – $h_{yo'q}$ aniqlaydi – hamma qarshilikdan o'tgan gaz real bosimlar $h_{vo'q}$ ga o'tgan.

1 - nuqta gazning geometrik bosimi h_g tashqaridagi havoni og'irligi va idishni ichidagi gaz og'irliklarini ayrimlari orqali aniqlashi mumkin.

$$h_g = h (\gamma_h - \gamma_g) \text{ kg/m}^2 \text{ yoki mm. sim. st.}$$

bunda: $(\gamma_h - \gamma_g)$ havo va gazning solishtirma og'irligi.

Pyezometrik bosim – statik bosim bo'lib, matematik qiymati aniq emas. Dinamik bosim h_d harakatlanayotgan 1m^3 gazni kinetik quvvatidan olinishi mumkin:

$$E_{kin} = \frac{mW_t^2}{2}$$

1m^3 gazni massasi shu gazning zichligidan aniqlanadi:

$$m = \rho_t = \frac{\gamma_t}{q}, \text{ u holda}$$

$$E_{kin} = \frac{W_t^2}{2q} \gamma_t$$

Yo'qotilgan bosim $h_{yo'q}$ dinamik bosim bilan bog'liq bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$h_{yo'q} = K \frac{W_t^2}{2q} \gamma_t$$

bunda: W_t – hajmidagi qizigan gaz hajmi, m^2 ;

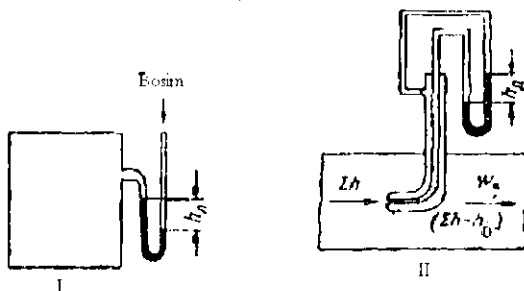
K - gaz harakatlanadigan traktning qarshiligini hisobga oladigan o'lchovsiz koeffitsient.

Dinamik va yo'qotilgan bosimlar $\gamma_i = \rho_i q$ hisobga olgan holatda boshqa turda tasavvur qilinishi mumkin:

$$h_{\text{d}} = \frac{W_{\text{d}}^2}{2} \rho_i;$$

$$h_{\text{yo'q}} = K \frac{W^2}{2} \rho_i$$

Pechlarda harakatlanayotgan gazning bosimi U ga o'xshagan mikromanometrda o'lchanadi. Pyezometrik bosim I sxema bo'yicha o'lchanadi, (6-rasm, I).



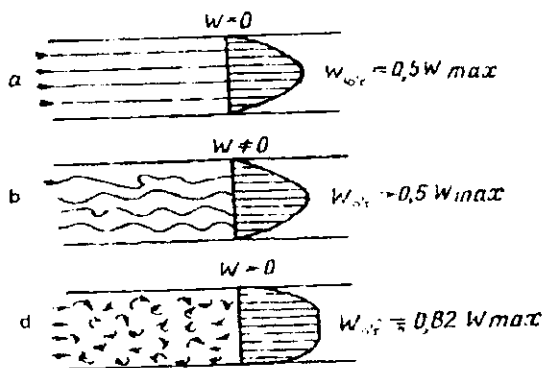
6- rasm. Gaz bosimini o'lchash usuli

Geometrik bosimni to'g'ridan-to'g'ri o'lchab bo'lmaydi, lekin ayrim hollarda pyezometrik bosimga o'xshatib o'lchasa bo'ladi (masalan, quvurni pastki qismida).

Dinamik bosim II sxema bo'yicha o'lchanadi, (6 - rasm, II). Bunda pnevmometrik quvur va manometr qo'llaniladi. Pnevmetrik quvur bir-biriga kiritilgan ikkita quvurdan iborat bo'lib, ichki quvur oqimga qarab ochiqdir. Tashqi quvur esa teshikli bo'lib, oqimga perpendikulyar joylashgan. Quvurlarni turli tomonlarini monometrda ulaganda pechdagi dinamik bosimini h_a o'lchami aniqlanadi.

Gaz harakatlanishining xarakteri

Pech va gaz harakatlanish yo'lagida gaz harakati ikki turda bo'lishi mumkin, ya'ni qatlamli (laminar) harakatlanish va aralashgan (turbulentli) harakatlanish, (7- rasm).



7- rasm. Gaz harakatini turlari.

Laminar harakatda gaz parallel qatlamlar bilan aralashmasdan oqadi. Gazning maksimal tezligi uning geometrik o'qida bo'ladi. devorning oldida esa tezlik 0ga teng. Laminar oqimning tezlik epyurasi parabola shaklida bo'lib, gazning kesim bo'yicha o'rtacha tezligi maksimal tezlikni yarmini tashkil qiladi.

Laminar oqimda gaz o'tadigan kanalning devorlariga yaqin qismida gaz deyarli harakatlanmaydi, ya'ni devorga yopishgan gaz qatlami paydo bo'ladi. Buning nomi chegara qatlami yoki prandtl qatlami deyiladi. Bu qatlam issiqlik va gaz almashuviga katta salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Turbulent harakatlanishda gaz qatlamlari bir-biri bilan aralashib oqadi. Gazning bu harakatlanishning epyurasi kesilganda parabola tasavvur qiladi va uning o'rtacha tezligi esa umumiy tezlikni 0,82 qismini tashkil qiladi, (7 -rasm, b).

Turbulent harakatlanishda chegara qatlam ancha kam bo'ladi, chunki gazning aylanma, kuchli oqimi bu qatlamni uni yuvib ketadi. Bu esa o'z navbatida gaz oqimlari issiqlik va gaz almashuviga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Pechlarda gazning harakatlanishi - issiqlik almashuv jarayoniga, gaz harakatlanishi qarshiligiga va materiallarni fizik-kimyoviy o'zgarishlariga muhim ta'sir etadi. Shuning uchun gaz

harakatini xarakterini bilish kerak va uni nimalarga bog'liqligini aniqlash kerak.

O.Reynolds aniqladiki, gaz harakatlanishini xakteri, asosan, uchta omilga bog'liqdir; gazning tezligi W_t , m/s, gaz kanalining gidravlik diametri d , m va gazning kinematik yopishqoqlik - γ , m^2/s . Gaz harakatlanishini xarakterini aniqlash uchun O.Reynolds o'lehoysiz funksiyani taqdim etdi: Ushbu funksiya Reynolds kriteriysi nomi bilan yuritiladi va quyidagicha ifodalanadi.

$$Re = W_t \cdot d / \gamma$$

Agar $Re = 2300$ bo'lsa - gaz harakati laminar bo'ladi. Turbulent harakatlanish $Re = 2300$ da boshlanadi $Re = 2000 - 2300$ larda o'tish rejimi hisoblanadi, (7 - rasm, d). Agar O.Reynolds funksiyasiga 2300 ni qo'ysak, gaz harakatini bir tartibda ikkinchisiga o'tishining kritik tezlikni aniqlash mumkin:

$$W_{t, kp} = \frac{2300 \gamma}{d}$$

Metallurgik pechlarda gazlar harakatining keng tarqalgan turiga - turbulent harakatlanish kiradi. Ularda Reynolds kriteriyasi 10 000 - 100 000 o'zgaradi. Shuning bilan bir qator pech, gaz yo'laklari va boshqa qo'shimcha dastgohlarni ayrim joylarida gazlarning laminar oqimi ham uchrab turadi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarning ishida texnologik jarayonlarda gazlarning paydo bo'lishi va ularni issiqlik almashuvidan tutgan o'rni.

2. Gazlar harakati mexanikasida keng qo'llaniladigan qanday asosiy ko'rsatgichlarni bilasiz.

3. Pechda harakatlanayotgan texnologik gazlar qanday quvvatga (energiyaga) ega va ular qanday ko'rsatgichlar bilan xarakterlanadi.

4. Gazlarning statik va geometrik bosimini qanday tasavvur etasiz?

5. Gazning dinamik bosimi nima va uni metallurgik pechning qaysi qismida kuzatiladi?

6. Metallurgik pechlar sistemasida gazlar harakati necha turda bo'ladi?

7. Gazlar harakatida Reynolds kriteriyasi nimani ko'rsatadi.

1.5 GAZ HARAKATLANISHIGA QARSHILIK, ERITMALARDAGI GAZLARNING HARAKATI

Metallurgik pechlarda issiqlikni sarfini belgilovchi asosiy omillardan biri texnologik gazlarning harakati bo'lganligi sababli ushbu bo'limda gazlarning harakatlanishiga qarshilik ko'rsatuvchi omillar bilan batavsilroq tanishib chiqamiz.

Gaz boshqa real material kabi, harakatlanish davomida o'z yo'nalishida qarshilikka uchraydi. Bu qarshilikni bartaraf qilish uchun quvvat sarflanadi, va uni bosim kamayishi bilan aniqlanadi.

Pechlar sistemasi joylarda gazlarga ko'rsatiladigan qarshilik-gaz yuradigan yo'lni har xil joyda uchrab turadigan o'zi bilan gazni futerovka va shixtani sirti bilan ishqalanishi – pechni boshidan gaz harakatlanish yo'lagi oxirigacha uchraydi. Gazlarni turli uchastkalarda uchraydigan qarshilikni kesib o'tishga sarflanadigan quvvatini – sarflanadigan bosim h_{sarf} deb ataladi. Bu gazlarni sistemada ishqalanish hisobiga amalga oshadi.

Mahalliy qarshiliklar – gaz harakat yo'lagini sistemasini ayrim joylarda (gazning qayilishi, gaz harakat yo'lagini kengayishi yoki torayishi qismlari) uchraydi. Mahalliy qarshiliklarni kesib o'tishga sarflanadigan bosim – h_{sarf} bilan belgilanadi. xuddi shunday nom bilan aytiladi.

Har xil pech sistemasi normal ishlashi uchun gaz hamma qarshiliklarni kesib o'tadigan bosim bilish kerak.

Ishqalanish natijasida sarflanadigan bosimi, dinamik bosim orqali aniqlanadi:

$$h_{\text{sarf}} = K \frac{W_1^2}{2g} \gamma_1 = K \frac{W_0^2}{2g} \gamma_0 (1 + \beta t)$$

Ishqalanish ko'effitsienti K , quyidagilarga bog'liq:

$$K = \zeta \frac{l}{d}$$

bunda: ζ - ishqalanishda yo'qotiladigan bosim;

l - hisoblanayotgan gidravlik masofasi, m;

d - uchastkani gidravlik diametri, m;

K ni qiymatini tenglamaga qo'ysak, yo'qotilgan bosim quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$h_{nom} = \zeta \frac{l}{d} \cdot \frac{W_t^2}{2q} \gamma_t = \zeta \frac{l}{d} \cdot \frac{W_0^2}{2q} \gamma_0 (1 + \beta t)$$

ζ - ko'effitsientni qiymati Reybolds kriteriyasi bilan bog'liq:

$$\zeta = \frac{A}{\text{Re}^n}$$

ζ - ko'effitsientni qiymati gazlar harakatlanuvchi yo'laklar tayyorlangan materiallar turiga bog'liqdir. Masalan: g'ishtli trubulent harakatda $A=0,175$ metallik yo'laklarda $A=0,129$.

Texnikaviy hisoblashlarda ko'effitsientning qiymatini 0,05ga teng.

Mahalliy qarshiliklarda bosimni yo'qotilishi quyidagi tenglama orqali aniqlansa bo'ladi:

$$h_{nom} = K \cdot \frac{W_t^2}{2q} \gamma_t = K \cdot \frac{W_0^2}{2q} \gamma_0 (1 + \beta t)$$

K - ko'effitsientning qiymati ko'pchilik qarshiliklar uchun tajriba orqali topilgan va maxsus jadvalda keltirilgan.

Geometrik bosimni yo'qotish (issiq gazni pastga harakati) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_p = H(\gamma_{20}^{hav} - \gamma_t^{gaz})$$

bunda: H - gaz tushadigan balandligi, m;

γ^{hav} - havoni solishtirma og'irligi, kg/m³;

γ^{gaz} - gazni t haroratda solishtirma og'irligi, C, kg/m³.

Texnikaviy hisoblashda amaliyotda aniqlangan gaz bosimi sarfidan foydalanish mumkin:

Burilish, o'tish, kengayish, kamayish	1-3mm. suv ust.
Utilizator - qozon	25-50
Elektrofiltr	25-40
Siklon va multitsiklon	50-80
Chang yig'uvchi kamera	5-10
Rekuperator	30-50
Filtrli chang yig'uvchi	50-200
Suvli (ho'l) chang yig'uvchi	50-100
To'g'ri, gaz harakatlanish yo'lagi, borov, quvur	0,1-0,3/l pog.m.

Gidravlik qarshilik. qaynar qatlamli pechlarda (QQ) uchraydi va qatlamdagi qattiq zarrachalar harakati gaz o'tishiga qarshilik ko'rsatadi. Bunda yo'qotilgan bosim dinamik gaz bosimini funktsiyasi sifatida aniqlanadi:

$$h_{yo'q} = k \frac{H}{l_{or}} \cdot \frac{W_1^2}{2q} \gamma_r, \text{ kg/m}^2$$

bunda: H - qatlamning balandligi, m;

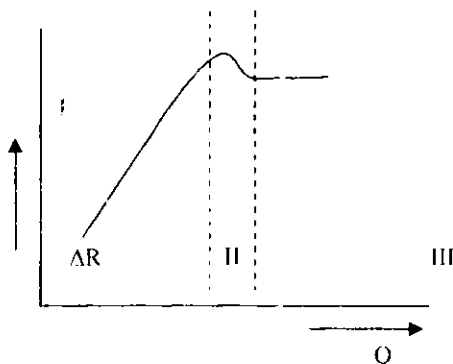
l_{or} - materialni o'rtacha diametri, m;

W_1 - bo'sh pechni shaxtasidagi gazning tezligi, m/s;

γ_r - gazni real solishtirma og'irligi, kg/m³;

k - o'lchovsiz qarshilik koeffitsienti, tajriba orqali topiladi (chizma).

Bunda gidravlik qarshilik gazni hajmi va tezligi oshishi bilan tobora o'sadi. Bu o'zgarmas (doimiy) holat buzilguncha davom etadi. Qatlamni qaynash holatiga o'tish davrida qatlam ichidagi bosimni o'zgarishi bir oz oshgandan (sakrash), qayta tiklashdan stabillashadi va bu gazni miqdoriga bog'liq emas. Bosimni o'zgarishi (qatlam ichidagi) havo sarfi bilan bir qatorda pechni ishlashi to'g'risida ma'lumot beradi va boshqarishga imkon yaratadi. Qatlamda bosimni P , o'zgarishi quyidagi tenglama orqali topilsa bo'ladi:



8- rasm. Qaynash holatigacha o'tadigan qatlamning bosim o'zgarish:
I shtabil holat; II - o'zgaruvchan holat; III - qaynash holati.

$$\Delta P = H(\gamma_{IV} - \gamma_{gaz})(1 - \delta), \text{ mm suv ust.}$$

bunda: II – qatlamning balandligi, m;

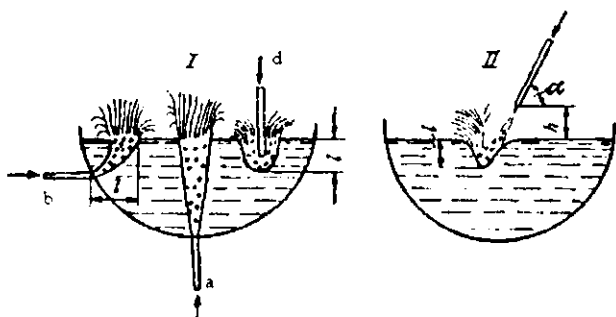
γ_{qat} – qattiq materialni solishtirma og'irligi, kG/m^3 ;

γ_{gaz} – oqib o'tayotgan gazni solishtirma og'irligi, kG/m^3 ;

δ – qatlamni gazning umumiy hajmiga nisbati.

Eritmalardan gazning harakati

Rangli va qora metallurgiyada xomashyoni eritish konverterlarda metallni olovli tozalashda va shu kabi, boshqa texnologik jarayonlarda pechlarda erigan massani (shiteyn, metall, shlak va metall qotishmalarni) qayta ishlash gaz yoki havo berish bilan boradi. Pechlarda eriyotgan massaga havo berishning ikki turi mavjud; ya'ni ichki va sirtni havo purkash (9-rasm). Bu usullar metallurgiyada texnologik talablardan kelib chiqqan holda tanlanadi.



9- rasm. Metall eritmalarga havo purkash usullari;
I - ichki purkash II - sirtqi purkash

Ichki usul bilan gaz berilganda havo berish nayi to'g'ridan-to'g'ri eritmaga pastdan, agregatni yonidan yoki tepasidan berilish mumkin (I).

Bu usulda gazning oqimi to'g'ri eritmaga beriladi va havo suyuqlik bilan aralashib ketadi va aeroaralashma hosil qiladi. Aeroaralashma Arximed kuchiga asoslanib eritmadan ajralib chiqadi va o'zi bilan yirik suyuq zarrachalarni ergashtirib ketadi. Arximed kuchi katta bo'lganligi sababli havo yoki gazni erigan massa hajmiga o'tishi juda kam bo'ladi. Shu sababli eritma yuqorisidan havo bilan qayta ishlanadigan qatlam yuzasi kichikdir. Bunda havoni eritma tagidan berishning samarasi yuqori hisoblanadi. (a) Bu usulning eng katta afzalligi - havo yoki gaz, eritmada to'liq yuqori darajada o'zlashtirishidir, ular 95-100% gacha etadi va deyarli baland gaz bosimi talab qilmaslikdir. Kamchiligi - havo berish joyida qattiq qatlam paydo bo'lishi va shu qatlamni vaqt bilan o'sishidir. Ushbu qatlam mexanik yo'li buzishni talab qiladi. Bundan tashqari, agregatni havo beriladigan joyda futerovkani va havo berish nayini tezda ishdan chiqishi ro'y beradi.

Sirtidan havo berilganda (II) nay vannaning yuqorisida joylashadi, uning balandligi taxminan $h=0,3-0,5m$ va gorizontga nisbatan $\alpha=30-90^\circ$ burchak ostida buradi. Usulning afzalligi havo beradigan nayda yopishma bo'lmasligi, futerovkani uzoq vaqt ishlashi va havo berish tizimini eritish agregatiga bog'liq emas-ligidir.

Kamchiligi: berilayotgan havo yoki gazni yuqori bosimda bo'lishi talab qilinadi va havoni eritmada kam o'zlashtiriladi.

Eritmaga ichki usulda beriladigan havoning hajmi (konverterlarda) quyidagi formula orqali aniqlanishi mumkin:

$$V_{it}^{sol} = 27,3 \sqrt{\frac{(P_1 - P_2)(P_1 - P_0)}{C \cdot T}}$$

bunda: V_0^{sol} - formadan eritmaga berilayotgan (normal sharoitda 0°C va 760mm.sim.ust) havoning solishtirma hajmi; m^3/sm^2 . min.

P_1 - havo beriladigan kollektordagi havoning ortiqcha bosimi, kg/m^3 ; ($P = 1, 1-1, 3 \text{ } kg/sm^2$).

P_2 - eritma qatlamini berilayotgan havoga ko'rsatayotgan qarshilik bosimi, kg/sm^2 . Odatda $P_2 = 0,3 \text{ } kg/sm^2$.

P_0 - atmosfera bosimi, kg/sm^2 ; $P_0 = 1 \text{ } kg/sm^2$.

T - kollektordagi havoni harorati, Odatda $T = 333 - 343^0K$;

C - gidravlik qarshilikning koeffitsienti ($C = 3 - 7$).

Konverterni normal ishlashi uchun eritma ichiga beriladigan havoni bosimi $0,9-1,2 \text{ } kg/m^2$ bo'lsa etarli hisoblanadi. Agarda havo chetdan berilsa, u holatda havoni ortiqcha bosimi $4-10 \text{ } kg/sm^2$ bo'lishi kerak.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlar ishida issiqlik almashuvi va issiqlikni sarflanishiga, jarayonda hosil bo'lgan gazlar qanday ta'sir ko'rsatadi.

2. Pechlar sistemasi nima va bu sistemada gazlarning harakatiga ko'rsatiladigan qarshiliklar nima bilan xarakterlanadi.

3. Maxalliy va gidravlik qarshiliklar nima bilan xarakterlanadi, ularni hisoblashda qanday ko'rsatkichlardan foydalaniladi.

4. Metallurgik pechlarda erigan massaga to'g'ridan-to'g'ri havo (gaz) purkash qanday jarayonlarda kuzatiladi?

5. Metallurgiyada erigan massaga havo purkash necha xil usulda amalga oshiriladi?

6. Eritmaga berilayotgan havo qanday qarshiliklarga uchraydi va uni erigan massada issiqlik almashuvi qanday ta'siri bor.

II. METALLURGIK PECHLARDA ISSIQLIK JARAYON HARAKATI

2.1 METALLURGIK PECHLARDA ISSIQLIK ALMASHISH JARAYONI ASOSLARI

Issiqlik almashuvi nazariyasining asosiy tushunchalari

Metallurgik pechlarda boradigan jarayonlarni barchasini belgilovchi omil bu - issiqlik almashuvidir. Issiqlik almashuvi to'g'risidagi ilm - bu fanning jismlar o'rtasida issiqlikni tarqalishini o'rganadigan sohadir.

Issiqlik energiyasi boshqa energiya turlari kabi yuqori potentsialdan (energiya zahirasidan) o'zidan past bo'lgan potentsial tomon yo'naladi. Issiqlik energiyasini potentsiali - harorat bilan belgilanadi. O'z navbatida issiqlikni tarqalishi uni *harorat maydoni* deb, nomlanadi va uni matematik ifodasi -- fazoni har qanday nuqtasidagi harorat, uch o'lchamli koordinatalar x, y, z sistemasi va vaqtni τ funksiya hisoblanadi.

$$t = f(x, y, z, \tau)$$

Agar issiqlik maydonida biror vaqt davomida harorat o'zgarmasa bunday maydon *statsionar maydon* deyiladi. Maydonda vaqt davomida harorat *o'zgarsa nostatsionar* hisoblanadi.

Statsionar hollarda issiqlik almashuv tenglamasini keltirib chiqarish uchun bir koordinatli statsionar harorat maydonini olamiz, bu tenglama quyidagicha aniqlanadi: $t = f(x)$, ya'ni harorat o'zgarishi (Δt) izotermalar o'zgarishiga (Δh) nisbati bilan ifodalanadi:

$$\lim \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right)_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{dt}{dn} = \text{grad}t, \text{ grad/m}$$

Ushbu bog'liqlik harorat gradienti deb ataladi. Maydon birligidan vaqt birligiga o'tkazilgan issiqlikni oqimining sirt zichligi $q[\text{kkal/m}^2 \cdot \text{s}]$ deb ataladi. Issiqlik o'tadigan sirtini $F (\text{m}^2)$, vaqtini T deb belgilasak o'tgan issiqlikni umumiy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = q F T, \text{ kkal}$$

Fure qonuniga asosan sirdan o'tayotgan issiqlik miqdorini quyidagi matematik ifoda orqali yozish mumkin:

$$Q = - \lambda \text{ grad } t,$$

λ - issiqlik o'tkazgichlik koeffitsienti.

λ - moddaning fizik xarakteristikasi, strukturasi, hajm massasi, namligi, bosim va haroratga bog'liqdir. Haroratni hisobga olish katta ahamiyatga ega chunki harorat o'zgarsa λ ni qiymati ham o'zgaradi:

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 \pm Vt)$$

bunda - λ_0 - 0°C haroratda materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

V - tajriba orqali topiladigan doimiylik.

Texnik hisoblarda λ_t - ni qiymati [$\text{kcal}/(\text{m/s} \cdot ^\circ\text{C})$] moddalarni o'rtacha issiqlik o'tkazuvchanligini matematik ifodasi; gazlar uchun - 0,005 - 0,5; havo uchun 0°C da - 0,02; suyuqlik uchun - 0,08 - 0,6; 0°C da suv uchun - 0,48; issiqlikka chidamli material uchun -0,6 - 6,0; issiqlik izolyatsiya materiali uchun - 0,05 - 0,20;

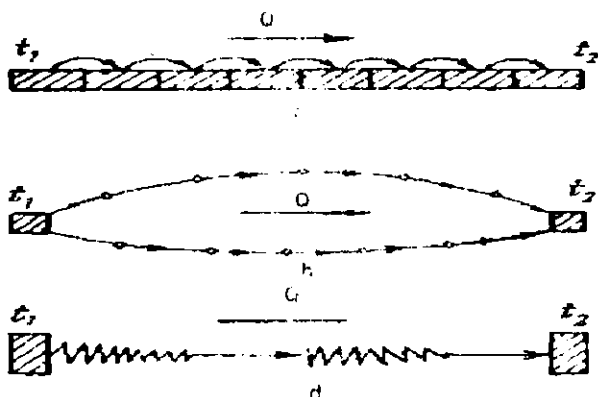
Nostatsionar holatda issiqlik almashuvchanlik fazoning har bir nuqtasida haroratni o'lchash va vaqt davomida bir nuqtada ikkinchi nuqtaga uzatilgan issiqlik miqdori bilan belgilanadi. Bunda bog'liqlikni matematik ifodasi issiqlik uzatishning umumiy differentsial tenglamasi orqali aniqlansa maqsadga muvofiq bo'ladi.

$$dQ_x = dQ_1 - dQ_2$$

Ushbu tenglamaga asosan nostatsionar holatda almashilgan issiqlik miqdori Q_x uch o'lchamli fazoda dx, dy, dz ; hamda ox materialga berilayotgan Q_1 va materialdan ajralayotgan Q_2 issiqlik miqdorlarini farqi bilan aniqlanadi.

Issiqlik almashinish usullari

Issiqlik almashuvi murakkab jarayon bo'lib, fizika kursidan ma'lumki, tabiatda va texnikada issiqlik uzatilishining uchta usuli mavjud, ularga jismlarni issiqlik o'tkazuvchanligi, konvektsiya va issiqlikning nurlanish orqali tarqalishi kiradi.



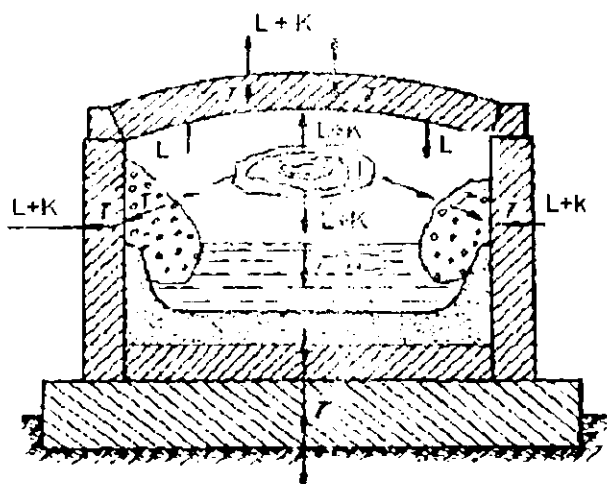
10-rasm. Issiqlik uzatilish usullari
a-issiqlik o'tkazuvchanlik; b-konveksiya; d-nurlanish.

Issiqlik o'tkazuvchanlik - bunda birin-ketin joylashgan va bi-biriga tegib tinch holatda turgan qattiq jismlarni o'zidan issiqlikni o'tkazish hisobiga issiqlik energiyasini uzatilishi tushuniladi. (10-rasm, a) Qattiq jismlarda (dielektriklarda) va suyuqliklarda issiqlikni uzatilishi ultrato'liqlar orqali, metallarda elektronlarning diffuziyasi, gazlarda esa atom yoki molekulalarni diffuziyasi orqali amalga oshadi.

Konveksiya - gaz, eritma va erigan metall qotishmalarda harakatlanayotgan zarrachalarni issiqlik uzatilishi tushuniladi. (10-rasm, b). Bu jarayonda suyuqlik va gazlarni holati hamda ularni harakatlanishi xarateri katta ahamiyatga ega.

Nurlanish -- issiqlik energiyasini elektromagnit to'liqlar orqali tarqalishidir. U o'z navbatida energiyaning bir turdan ikkinchi turga, ya'ni issiqlik energiyasining nurli energiyaga va aksincha nur energiyasining issiq energiyasiga o'zgarishi bilan amalga oshadi.

Odatda metallurgik pechlardan issiqlik uzatishning uchchala usuli ham uchraydi. Ayrim hollarda bu usullar murakkab holatda, ya'ni bir vaqtda amalga oshadi. Bu jarayonni yallig' qaytaruvchi pech ishida tanishib chiqamiz.



11-rasm. Yalliq qaytaruvchi pechda issiqlik almashuv sxemasi

Sxemada ko'rsatilayotganda pechning ishehi hajmida yonayotgan alanga issiqligi shixtaga, pech devorlariga va erigan materialga nurlanish (L) konveksiya (K) orqali uzatiladi. Shixta ichiga devor, va futerovkalarga issiqlik materiallarning issiqlikni o'tkazuvchanlik xususiyatiga asosan (T) issiqlik almashadi.

Umuman yalliq qaytaruvchi pechlarda eritish jarayoni issiqlik almashuvini hamma uchta usuli ishtirokida amalga oshadi. Pechda harakatlanayotgan qizigan gazdan va pech devorlaridan issiq shixtaga asosan nurlanish orqali uzatiladi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarda issiqlik almashuvi nima va u nechta faza orasida amalga oshadi.
2. Issiqlik almashuvida statSIONAR maydon nima va uni aniqlashda qanday kattaliklardan foydalaniladi.
3. Nostatsionar holatda issiqlik almashuvi va uni aniqlashda asosiy ko'rsatgichlarni keltiring.
4. Metallurgik pechlarda issiqlik almashuvi necha usulda amalga oshadi?

5. Issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik almashuvi pechlarda qanday moddalar orasida boradi?

6. Nurlanish orqali issiqlik almashuvi qanday metallurgik pechlarda asosiy o'rin tutadi?

2.2 TURLI METALLURGIK PECHLARDA ISSIQLIK ALMASHUVI

Metallurgiyada qo'llaniladigan pechlarning turi ko'p bo'lib, ularning har birida o'ziga xos issiqlik almashuvi jarayonlari oqib o'tadi.

Alangali eritish va yallig' qaytaruvchi pechlarda issiqlik almashuvchi asosan issiqlik tashuvchi-gazlar bilan issiqlik yutuvchi - qayta ishlanayotgan material orasida o'tadi. Bu jarayonda pech devorlari faol qatnashadi. Pech devorlari va material orasidagi issiqlik almashuvi bir oz sust bo'lib, bunga sabab ular orasidagi to'qnashuvni zaifligidir. Ular orasidagi issiqlik almashuvi-nurli issiqlik uzatish hisobiga amalga oshib, u issiqlik almashishni 90% ni tashkil etadi.

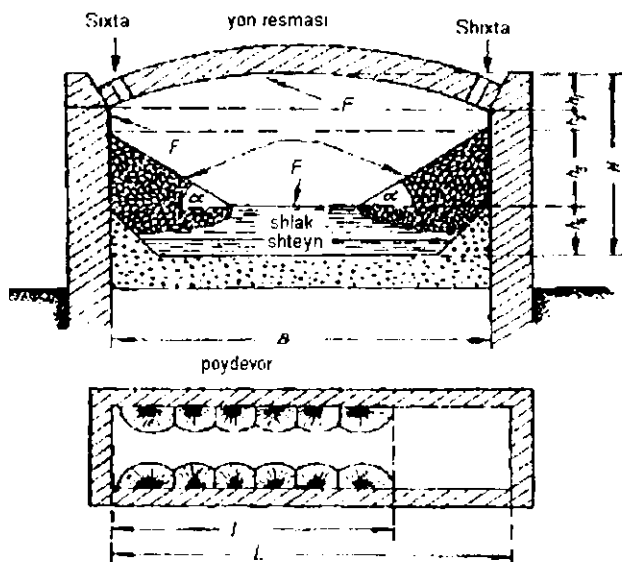
Yallig' qaytaruvchi pechlarda konveksiya usulida issiqlik uzatish ikkilamchi ahamiyatga ega bo'lib, bu usulda faqat 5-10% issiqlik uzatiladi.

Yallig' qaytaruvchi pechlarda gaz, pech devorlari va qayta ishlanayotgan materiallar o'rtasidagi almashilayotgan issiqlikning umumiy miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$F_m = F_{sh} + F_x$$

bunda: F_{qi} - qayta ishlanayotgan materialning o'rtacha faol sirti, m^2 .

F_{ob} - pechda erigan mahsulot ustida ochiq bo'shliqning o'rtacha faol sirti, m^2 .



12- rasmi. Yallig' qaytaruvchi pechlarda shixtaning joylashish sxemasi

Bu faol sirtlar pechning geometrik o'lchovi orqali topiladi.

Mis va nikel boyitmalarini qayta ishlaydigan yallig' qaytaruvchi pechlarga shixta pechning yon tomonidan beriladi va pech devorlariga nisbatan konus shaklida joylashadi. Agar pechning 2/3 qismini shixta egallasa, u holda issiqlik almashuvdagi ishtirok etayotgan faol sirt yuzasi quyidagicha aniqlanadi.

$$F_{sh} + F_v = 0,66L \left(\frac{2h_3}{\sin \alpha} + V - 2h_3 \operatorname{ctg} \alpha \right)$$

bunda: L va V –pech vannasini uzunligi va eni, m;

h_3 - vanna ustidagi shixta balandligi, m;

α - pechdagi materialni joylashish burchagi, grad.

Mis tozalaydigan pechlarda qayta ishlanayotgan material vannaning to'la sirtiga beriladi va qo'shimcha sirtlarni hisobga

olganda (shixta hisobidan) yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$(F_{sh} + F_x) = 1,2 F_v$$

Xomashyolarni kuydirishda qo'llaniladigan **aylanma barabanli pechlarda** issiqlik almashuvi gaz, pech devori va qayta ishlanayotgan materiallar orasida boradi.

Ammo pechning aylanma harakati hisobiga issiqlik almashuvi jarayoni murakkab kechadi.

Materialni ochiq sirti qabul qiladigan issiqlik miqdorini quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$Q_1 = 1,1 C_{gmk} \left[\left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] F_m \tau, kkal$$

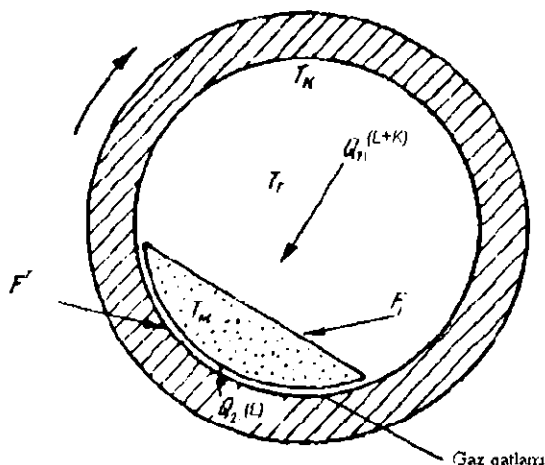
bunda: C_{gmk} - gaz va devordan materialga nur berish koeffitsienti, $kkal/(m^2 \cdot s, ^\circ C)$

T_g, T_m - gaz va material harorati.

Materialni yopiq sirti qabul qiladigan issiqlikni miqdori esa quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_2 = C_{ov} \left[\left(\frac{T_k}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] F_M \tau, kkal$$

bunda: C_{ov} - devor va materialni o'zaro issiqlik berish koeffitsienti (nurlanish orqali);



13-rasm. Aylanma barabanli pechda issiqlik almashuvi sxemasi

T_k , T_m - devor va materialni harorati, K.

F_m - issiqlik almashuvida qatnashayotgan sirtning yuzi, m.

τ - issiqlik almashuvi vaqti, soat.

Aylanuvchi doira pechda umumiy olinadigan issiqlikning miqdori

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Shaxtali pechlarda issiq almashuvi yirik materiallar qatlamidan qizigan gaz o'tish orqali amalga oshadi, bunda gaz katta tezlik bilan harakatlanadi.

Qizigan gaz bilan sovuq material yaxshi to'qnashuvda bo'lishi natijasida issiq almashuvi samarali o'tadi. Issiqlik almashuvi nurlanish va konveksiya orqali oqib o'tadi. Materialni sirtiga berilgan issiqlik material hajmiga issiq o'tkazish orqali tarqaladi. Demak, shaxtali pechda uch xil issiqlik o'tkazish ro'y beradi.

Shaxtali pechda gazdan qattiq moddani sirtiga issiqlik berishni hisoblash uchun quyidagi tenglama tavsiya qilgan:

$$Q_r = A \frac{W_0^{0,9} \cdot T^{0,3}}{d^{0,75}} M \text{ kkal}/(\text{m}^3 \cdot \text{soat} \cdot ^\circ\text{C})$$

bunda: W - bo'sh hajmda gazning tezligi, m/s;

T - gazning harorati, K ;

d - shixtani tashkil etuvchi materiallarni diametri, m ;

M - shixtada materiallarni shaklini hisobga oluvchi koeffitsient.
Yirik materiallar uchun $M=1$, agar qayta ishlanayotgan shixtada mayda moddani qiymati 20 % ni tashkil etsa $M=0,5$ hosil bo'ladi.

A - turli materiallar uchun tajribadan olingan koeffitsient:
rudalarga 160, ozakga 166, koksga 170 teng bo'lgan.

Gazdan shixta sirtiga beriladigan umumiy issiqlik miqdorini quyidagi tenglama orqali aniqlasa bo'ladi:

$$Q = Q_v (t_g - t_{sh}) V_{sh} \tau, \text{ kkal}$$

bunda: t_p va t_{sh} - gaz va shixta sirtini harorati, S ;

V_{sh} - shixtani hajmi, m ;

τ - issiqlik berish vaqti, soat;

τ - ning qiymati aniqlanadi: $\tau = \frac{H_r}{\omega_1}$

bunda: H_r - shaxtali pechda material balandligi;

ω_1 - pechdagi shixtani pastga tushishi tezligi, m/soat .

Kuydirish qaynar qatlamli pechlarda (QQ) issiqlik almashuvi asosan konveksiya orqali o'tadi. Shuning bilan bir qator-da yuqori haroratlarda qisman issiqlik nurlanish yo'li bilan ham almashish mumkin.

(QQ) pechida umumiy issiqlik almashuvini quyidagi tenglama orqali aniqlansa bo'ladi:

$$Q = \alpha (t_1 - t_2) F_m \tau \text{ kkal}$$

bunda: α - issiqlik berish koeffitsienti, $\text{kkal}/(m^2 \cdot \text{soat} \cdot ^\circ C)$

t_1 - issiqlik beruvchi muhitning harorati, $^\circ C$;

t_2 - issiqlik qabul qiluvchi materialning harorati, $^\circ C$;

F - issiqlik almashuv sirti, m^2 ;

τ - vaqt, soat.

Elektrodli, shixta erituvchi elektr pechlarda issiqlik almashuvi issiqlik manbai - o'ta qizitilgan shlak va issiqlik qabul qiluvchi-eritilayotgan shixta o'rtasida o'tadi. Bu pechlarda gazli faza issiqlik almashuv jarayonida deyarli qatnashmaydi. Asosan issiqlik elektrod atrofidagi shlakda paydo bo'ladi. Bu erdan issiqlik

vannani butun hajmiga tarqatiladi va pechga yuklangan shixtaga konveksiya orqali yetkaziladi.

Bundan xulosa qilish mumkinki elektropech vannasida harorat bir tekisda emas, ya'ni elektrod atrofidagi muhitda maksimal qiymatlarga ega. Amaliyotda o'lehovlar shuni ko'rsatadiki, haroratning eng katta miqdori - vannani tagida bo'ladi. Masalan, shlakni yuqori qismi $1500 - 1700^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, pastki qismi esa faqat $1250-1400^{\circ}\text{C}$ bo'ladi xolos.

Gorizontal yuzasida shlakni shiddatli konvektiv harakatlanish natijasida haroratni farqi tekislanadi, ya'ni ularning farqi $100-150^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi va o'rtacha harorat esa shixtani erish haroratiga tenglashadi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Alangali eritish - yallig' qaytaruvchi pechlarda issiqlik almashuvining qaysi turlari ishtirok etadi.

2. Yallig' qaytaruvchi pechlarda issiqlik almashuvini amalga oshirish sxemasini chiziq va tushuntiring.

3. Yallig' qaytaruvchi pechlarda issiqlik almashuvini aniqlovchi kattaliklar va ularni o'zaro bog'liqligi.

4. Aylanma harakatlanuvchi barabanli pechlarda issiqlik almashuvi sxemasini tushuntiring.

5. Shaxtali pechlarda gazlardan qattiq moddalar sirtiga uzatiladigan issiqlik miqdorini aniqlash tenglamasini tasniflab bering.

6. Qaynar qatlamli pechlarda issiqlik almashuvini qaysi turlar orqali amalga oshadi va umumiy issiqlik almashuv qanday aniqlanadi.

7. Elektrodli eritish pechlarida issiqlik almashuvi va uning sxemasini keltiring.

2.3 METALLURGIK PECHLARNING ISSIQLIK BALANSI

Pechlarning issiqlik balansi deb - pechlarga keladigan va sarflanadigan issiqlik miqdorini har bir manbalar bo'yicha to'liq solishtirishga aytiladi. Energiyani saqlanish qonuniga asosan har qanday pechlar uchun ham barcha manbalardan keladigan issiqliklar yig'indisi barcha manbalar bo'yicha sarflanadigan issiqlik miqdori yig'indisiga teng bo'lishi shart, buni formula orqali ifodalansa issiqlik balansi tenglamasini quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\Sigma Q_{kelgan} = \Sigma Q_{sarfl.}$$

Pechlarning issiqlik balansi, hisoblangan yoki loyihalashtirilgan ma'lumotlar holida bo'ladi. Hisoblangan yoki loyihalashtirilgan issiqlik balansi yangitdan loyihalanayotgan pechlar uchun tayyorlanadi. Haqiqiy issiqlik balansi esa hozirda metallurgik korxonalarida ishlayotgan pechlarni issiqlik ishini har tomonlama mukammal izlanishi va bir necha ko'rsatgichlarini o'lchash va to'plash natijalari orqali tuziladi.

Issiqlik balansi, pechlarning ma'lum ish vaqti oralig'ida olingan ko'rsatgichlari asosida hisoblanadi, ya'ni bir soatda, bir sutkada, yoki xomashyoni qayta ishlash vaqtida va hakoza.

Pechlarni issiqlik balansini tuzishda 100kg xomashyoni qayta ishlash vaqtidan foydalanish ancha qulaydir. Chunki material balansi 100kg xomashyoni qayta ishlab ma'lum miqdorda tayyor mahsulot olishga mo'ljallangan bo'lib, bunda xomashyo bilan keladigan va jarayon davomida ajraladigan barcha issiqlik manbalarini hisobga olish qulay. Bunda 100kg xomashyoni qayta ishlash uchun ketgan vaqtni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\tau = \frac{24 \cdot 0,1}{A} = \frac{24}{A}, \text{soat}.$$

bu erda: A – Metallurgik pechlarning bir sutka davomidagi xomashyo bo'yicha ishlab chiqarish uumdorligi.

0,1 – qayta ishlanayotgan material miqdori T, hisoblanadi.

Pechlarning issiqlik ishini tahlil qilishda issiqlik balansini katta ahamiyatga ega. Issiqlik balansini ko'rsatgichlarining tahlili yangitdan loyihalalanayotgan pechlarni issiqlik ishini yaxshilashga, yoqilg'i sarfini tejash usullarini ishlab chiqishga va pechlarning ishlash samaradorligini oshirishga katta yordam ko'rsatadi. Pechlarning issiqlik balansini quyidagi asosiy issiqlik manbalari orqali tuziladi.

Issiqlik keladigan manbalar

1. Yoqilg'ini yonishdagi ajraladigan issiqlik Q_1 kkal, 1kg ishchi yoqilg'i yondirilganda ajralgan issiqlik miqdori Q_H^{ish} kkal/kg va issiqlik balansini tuzish vaqt davomida sarf qilingan yoqilg'i miqdori x , kg/m³ bilan ifodalanib, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_1 = Q_H^{ish} x$$

Elektr pechlarda Q_1 issiqlik energiyasi, issiqlikga aylangan elektroenergiyasi ekvivalenti orqali aniqlanadi. $E = 860$ kkal (kVt.soat) va balans tuzish vaqtida sarflangan elektroenergiyasi u , kVt; soat orqali hisoblanadi:

$$Q_1 = E_u$$

2. Yoqilg'ini fizik issiqlik miqdori Q_2 kkal yoqilg'ini o'rtacha issiqlik sig'imi, C , kkal/(kg. °C) yoqilg'ini pechga kelib tushish davridagi harorati t , va yoqilg'i sarfi x , kg/m³ orqali aniqlanadi:

$$Q_2 = C \cdot x \cdot t$$

3. Havoning fizik issiqlik miqdori Q_3 , kkal - 1kg yoqilg'ini yonish uchun sarflanadigan havoning V_h , m³/kg, havoning o'rtacha issiqlik sig'imi C_h kkal/(m³·°C), pechga berilayotgan havoning harorati t_h , °C va yoqilg'i sarfi x , kg orqali aniqlanadi:

$$Q_3 = V_h \cdot C_h \cdot t_h \cdot x$$

4. Qayta ishlanayotgan xomashyo va qo'shimchalar (shixta) ni fizik issiqlik miqdori Q_4 kkal - shixtani tashkil etuvchilarning massasi $P_{sh}^I, P_{sh}^{II}, P_{sh}^{III}$ va h.k. va shixtani tashkil etuvchilarning issiqlik

sig'imi $C'_{sh}, C''_{sh}, C'''_{sh}$ va h.k, kkal/(kg.°C), va ularni pechga solinishi davridagi harorati $t'_{sh}, t''_{sh}, t'''_{sh}$ va h.k. C orqali hisoblanadi:

$$Q_4 = \sum P_{sh} \cdot C_{sh} \cdot t_{sh}$$

5. Ekzotermik jarayonlar hisobiga ajraladigan issiqlik q kkal - jarayon davomida kimyoviy reaksiyalarda ajralayotgan issiqlik effektini hisoblash orqali aniqlanadi:

$$Q_5 = \sum Q_{ekz}$$

Pechlarga keladigan umumiy issiqlik miqdori barcha manbalarda kelayotgan issiqliklar yig'indisini tashkil etadi.

$$Q + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q''_{II} \cdot X + C + \ln x + V_x \cdot C_x \cdot t_x + \sum P_{sh} \cdot S_{sh} t_{sh} + \sum Q_{ekz}$$

Issiqlik sarflanadigan manbalar

1. Jarayondan chiqayotgan asosiy mahsulotning issiqlik miqdori Q_1 kkal mahsulotlarning (kuyindi, shlak, shteyn, metall) massasi $P'_{max}, P''_{max}, P'''_{max}, \dots$ kg, ularning o'rtacha issiqlik sig'imi $C'_{max}, C''_{max}, C'''_{max}, \dots$ kkal/(kg °C) va mahsulotlarni pechdan chiqish vaqtidagi harorati $t'_{max}, t''_{max}, t'''_{max}, \dots$ S orqali aniqlanadi:

$$Q_1 = \sum P_{max} \cdot C_{max} \cdot t_{max}$$

2. Endotermik jarayonlar hisobiga yutiladigan issiqlik Q_2 kkal - jarayon davomida kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti orqali Q_5 kabi aniqlanadi:

$$Q_2 = \sum Q_{end}$$

3. Pechlardan chiqayotgan texnologik gazlarning fizik issiqligi Q_3 kkal - yonilg'i yonishi va texnologik jarayonlar natijasida hosil bo'lgan gazlarning hajmi, ularning o'rtacha issiqlik sig'imi, yoqilg'ining miqdori x , kg/m³ va pechlardan chiqayotgan gazlarning harorati t°C orqali aniqlanadi:

$$Q_3 = V_{yo'q} \cdot x \cdot C_{yo'q} \cdot t_{yo'q} + V_{sh} \cdot S_{sh} \cdot t_{sh}$$

4. Yoqilg'ini to'liq yonmaganligi hisobiga sarflanadigan issiqlik Q_4 kkal - yonilg'ini beradigan issiqlik miqdori (1kg yoqilg'i

yonganda) Q_H^{um} kkal/kg jarayonga sarflangan yoqilg'i massasi kg/m^3 va yonilg'ini to'liq yonmaslik koeffitsienti R , yordamida aniqlanadi:

$$Q_4 = Q_P^{ish} XR$$

5. Tashqi muhitni isitish uchun sarflanadigan issiqlik Q_5 , kkal quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$Q_5 = Q_{devor} + Q_{tuyruk}$$

bu yerda: Q_{devor} - pechning fundamentlari, atrof devorlari orqali sarflanadigan issiqlik, kkal.

Q_{tuyruk} - pechkaga xomashyo soladigan va mahsulotni oladigan tuyruklarda sarflangan issiqlik, kkal.

6. Pechlarda sovitish sistemalarida ishlatiladigan (suv yoki havoni, isitish uchun sarflanadigan issiqlik) Q_6 , kkal - suvning yoki havoning massasi P_{suv} , kg, m^3 suvning issiqlik sig'imi C_{suv} , kkal/(kg °C) va pechlar sovitish moslamalariga berilayotgan va chiqayotgan suv (yoki havo) haroratining farqi $(t_1 - t_2)$ °C orqali aniqlanadi:

$$Q_6 = P_{suv} \cdot C_{suv} (t_1 - t_2)$$

7. Pech devorlarini qizdirishga sarflanadigan issiqlik Q_7 kkal - devorlarning umumiy massasi R_{devor} kg, devor materiallarining o'rtacha issiqlik sig'imi S_{devor} (kkal/kg°C) va balansni tuzish vaqtida pech devorlarining boshlang'ich va oxirgi haroratini farqi $(t_1 - t_2)$ °C orqali aniqlanadi:

$$Q_7 = P_{devor} S_{devor} (t_1 - t_2)$$

Issiqlik balansini tuzishda umumiy sarflanadigan issiqlik miqdori quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\begin{aligned}
Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 = & \Sigma P_{\max} C_{\max} t_{\max} + \\
& + \Sigma Q_{\text{zvyat}} + V_{\text{yog}} \cdot X C_{\text{yog}} \cdot t_{\text{yog}} + V_{\text{sh}} C_{\text{sh}} t_{\text{sh}} + \\
& + Q_{\text{fl}}^{\text{sh}} \cdot X R + Q_{\text{devor}} + Q_{\text{tin}} + \\
& + P_{\text{su}} \cdot C_{\text{su}} (t_1 - t_2) + P_{\text{devor}} \cdot C_{\text{devor}} (t_1 - t_2)
\end{aligned}$$

Issiqlik kelishi va sarflanishini barcha manbalar bo'yicha hisoblash natijalari asosida issiqlik balansi jadvali tuziladi (1 – jadval).

Pechlarning issiqlik ishining samaradorligi ularning termik foydali ish koeffitsienti ko'rsatgichi bilan baholanadi. Rangli metallurgiyada qo'llaniladigan pechlar uchun bu ko'rsatgich issiqlik balansi natijalaridan foydalanib quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\begin{aligned}
h_{\text{nazariy}} &= \frac{Q_{\text{foydali}}}{Q_{\text{kelishi}}} \cdot 100 \\
Q_{\text{foydali}} &= Q_1 + Q_2 \\
Q_{\text{kelishi}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5
\end{aligned}$$

1- jadval

Metallurgiya pechlari uchun issiqlik balansini tuzish tartibi

Issiqlik kelishi				Issiqlik sarflanishi			
t/r	Kelish manbalari	kcal	%	t/r	Sarflanish manbalari	kcal	%
1	Yoqilg'ining yonishdan yoki elektrenergiyadan ajralgan is-siqligi	Q ₁		1	Mahsulot bilan chiqadigan issiqlik	Q ₁	
				2	Endotermik jarayonlarga yutiladigan issiqlik	Q ₂	
2	Yoqilg'ining fizik issiqligi	Q ₂		3	Pechdan chiqayotgan texnologik gazlarning issiqligi	Q ₃	

3	Havoning fizik issiqligi	Q_3		4	To'liq yonmagan yoqilg'iga sarflanadigan issiqlik	Q_4	
4	Shixtaning fizik issiqligi	Q_4		5	Tashqi muhitni isitish uchun sarflanadigan issiqlik	Q_5	
5	Ekzotermik jarayonlar issiqligi	Q_5		6	Sovitish sistemalariga (suv yoki havo) sarflanadigan issiqlik	Q_6	
				7	Pech devorlarini qizdirishga sarflanadigan issiqlik	Q_7	
	Jami	ΣQ	100		Jami	ΣQ	100

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlar ishining issiqlik balansi deganda nimani tushunasiz va u qanday ifodalanadi?
2. Pechlar ishining issiqlik balansini hisoblashning maqsad va vazifasi nimadan iborat?
3. Issiqlik balansini hisoblash qanday ko'rsatkichlar asosida amalga oshiriladi?
4. Metallurgik pechlarga keladigan issiqlik manbalari va ularni tasnifi.
5. Pechlarda sarflanadigan issiqlik manba turlari va ularni tasnifi.
6. Pechlarga keladigan va sarflanadigan manbalarning o'xshashligi, farq qiluvchi ko'rsatkichlar.
7. Issiqlik manbalarini hisoblash formulalari va unda ishtirok etuvchi ko'rsatkichlarning fizik xususiyati.

2.4 YOQILG'ILARNING UMUMIY TASNIFI VA ULARNING ASOSIY XOSSALARI

Metallurgik pechlarni issiqlik energiyasi bilan ta'minlashda asosiy manba yoqilg'i hisoblanadi. Yoqilg'i deb shunday moddaga aytiladiki, uni kislorodli muhitda qizdirilganda shiddat bilan oksidlanib (yonib) ma'lum miqdorda issiqlik chiqaradi. Bunday moddalarga elementar oltingugurt, sulfidli minerallarning oksidlanishi va uglerodi yuqori bo'lgan birikmalar kiradi.

Sanoatda uglerodli yoqilg'ilar keng qo'llaniladi, ular tabiiy va sun'iy bo'lib, qattiq, suyuq va gaz holida mavjuddir. Ular jumlasiga ko'mir, neft va tabiiy gaz kiradi.

Tabiiy yoqilg'ilar har doim ham metallurgik jarayonlar talablariga javob beravermaydi. Yoqilg'ilarning sifatini yaxshilash maqsadida ularga maxsus ishlov beriladi. Ishlov berish jarayonlariga qattiq yoqilg'ini boyitish, qattiq yoqilg'ini gaz holidagi yoqilg'iga keltirish, ko'mirlarni kokslash, ko'mir changlardan briketlar tayyorlash, neftni qayta ishlash, tabiiy gazni konversiyalash va boshqalar kiradi.

Yoqilg'ini xossalari: kimyoviy tarkibi, qizdirishga munosabati, issiqlik darajasi va yoqilg'i yonishining kalorimetrik harorati kabilar kiradi.

Yoqilg'ining kimyoviy tarkibini uglerod, vodorod, azot, kislorod va oltingugurtdan tashqari suv W va yonish natijasida hosil bo'ladigan kul A, ya'ni turli mineral birikmalar tashkil yetadi. Yoqilg'ini asosini uglerod tashkil etib, uning yonishi natijasida issiqlik ajraladi.

Yoqilg'ida uglerod organik birikmalar holida bo'lib, uning miqdori 85 - 90 % gacha etadi. Kislorod bilan bog'lanmagan ma'lum miqdordagi vodorod yonganida ham ma'lum miqdorda issiqlik ajraladi.

Azot, kislorod bilan bog'langan vodorod yoqilg'i uchun unsur birikmalar bo'lib, yoqilg'ining energetik tasnifiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yoqilg'ida oltingugurt uch xil birikma, ya'ni organik

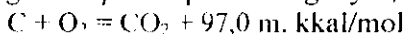
S_{or} , sulfidni (oltingugurt kolchedani) S_k va sulfat S_{st} holida bo'ladi. Organik va sulfidli oltingugurt yonganda ma'lum miqdorda issiqlik ajraladi, shunga qaramay ularning yoqilg'i tarkibida oz miqdorda bo'lishi maqsadga muvofiq. Sababi ularning yonishi natijasida atmosfera havosini zaharlovchi SO_2 gazi hosil bo'ladi.

Yoqilg'ining tarkibidagi namlik uning sifatini pasaytiradi. Yoqilg'i tarkibidagi namlik tashqi va ichki (yoki mikroskopik) namliklarga ajratiladi. Ularning birinchisini yoqilg'ini - $40^\circ C$ haroratda quritish bilan va ikkinchisini esa yoqilg'ini $100^\circ C$ haroratgacha qizdirish usuli bilan yo'qotish mumkin.

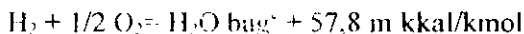
Qattiq yoqilg'ilarning yonishi natijasida ma'lum miqdorda yonmaydigan chiqindilar ajraladi - u kul deb yuritiladi. Bu chiqindining tarkibini asosan metallar oksidlari, kremniy, alyuminiy, magniy, kaltsiy va boshqa elementlar tashkil etib, ular yoqilg'ining sifatini pasaytiradi.

Yoqilg'ini qizdirishga munosabati. Ma'lumki, ba'zi yonilg'ini qizdirilganda tarkibi ma'lum darajada o'zgaradi. Shunga asosan yoqilg'ilar qizdirishga chidamli va issiqlikka chidamsiz guruhlarga ajraladi. Tabiiy yoqilg'ilarni hammasi qizdirishga chidamli yoqilg'ilar sinfiga kiradi, bunga asosan qattiq holdagi yoqilg'ilar misol bo'la oladi. Yoqilg'ilarning bu xususiyati katta ahamiyatga egaligi uni qayta ishlashga mumkinligidir, ya'ni ulardan yonuvchi gazlar olinishi, koks tayyorlash, haydash va yonilg'ini yoqish jarayonlari.

Yoqilg'ini issiqlik darajasi Q - uning eng asosiy ko'rsatgichi bo'lib aniq birlikdagi yoqilg'ini to'liq yondirishda, ya'ni oksidlanishda ajralgan issiqlik miqdorini belgilaydi, masalan



1kg C uchun 7,83 kkal



1kg H_2 uchun 28,9 kkal.

Qattiq va suyuq yoqilg'ilar bu ko'rsatgich kkal/kg da, gazlar uchun kkal/ m^3 da ifodalanadi.

Yoqilg'ining kalorimetrik issiqligi t_k , C - bu yoqilg'i yongandagi eng yuqori darajada beradigan issiqlik bo'lib, yonish

davrida unga berilishi kerak bo'lgan havo nazariy jihatdan uning to'liq yonishiga sarflanadi.

$$t_k = \frac{Q_n^{isl}}{\sum V_r C_r}$$

bu yerda: V_r - yonilg'ining to'liq yonishida hosil bo'lgan mahsulot hajmi, m^3/kg

C_r - yonilg'ining $0^\circ C$ dan t_k oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi, $kkal/(m^3 \cdot ^\circ C)$.

Yoqilg'ilarning turlari va ularni metallurgik pechlarda ishlatish

Qattiq yoqilg'ilar odatda tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy yoqilg'ilarga o'tin, torf, qo'ng'ir, ko'mir, tosh ko'mir, antratsit va yonuvchi slanes kiradi, sun'iylariga esa - pista ko'mir, koks, briketlar, ko'mir kukunlari va changlari kiradi. Metallurgik pechlarda qattiq yoqilg'i turlaridan asosan koks va ko'mir kukunlar keng qo'llaniladi, boshqalari esa cheklangan miqdorda ishlatiladi.

O'tin - daraxtsimon o'simlik yoqilg'isidir. Tabiatdagi daraxtlarning turi xilma-xil bo'lishiga qaramay ularning organik massasi umuman bir xil bo'lib, tarkibi taxminan 50% C, 43% O_2 va 6% H lardan tashkil topgan. O'tinning yonishidan qoladigan chiqindi kul 1-2 % ni tashkil etadi.

O'tinli yoqilg'ilar asosan metallurgik pechlarni yangitdan ishga tushirish jarayonida, ya'ni yangi ko'rilgan pechlarni, ta'mir qilingan pechlarni va ma'lum vaqtgacha to'xtatilgan pechlarni ishlatishda qizitish uchun qo'llaniladi.

Torf ham tabiiy yoqilg'ilar turkumiga kirib, foydali qazilma hisoblanadi. Torfning tarkibidagi uglerod moddasining kamligi, issiqlik energiyasining pastligi va ko'p miqdorda mineral chiqindisi borligi sababli metallurgik pechlarda deyarli foydalanilmaydi. Torf asosan ikkilamchi yoqilg'i olishda elektrostantsiya va kimyo sanoatida keng foydalaniladi.

Qo'ng'ir ko'mir - torfga nisbatan ancha keyin paydo bo'lgan o'simlik yoqilg'ilari turkumiga kirib, uning tarkibi yoshiga qarab o'zgaradi va "yetilgan" hamda "yetilmagan" sinflarga bo'linadi.

Qo'ng'ir ko'mir tarkibidagi namlikning yuqori bo'lishi, chiqindi minerallarining ko'pligi, hamda beradigan issiqlik energiyasining kam bo'lganligi sababli metallurgik pechlarda cheklangan miqdorda foydalaniladi. Qo'ng'ir ko'mir metallurgik pechlarda asosan generator yoqilg'i gazini, ya'ni uni yoqib CO₂ gazini olish uchun va past haroratta ishlaydigan pechlarni isitish uchun ishlatiladi.

Tosh ko'mir - qo'ng'ir ko'mirdan ancha farq qilib, tarkibidagi uglerodning miqdori 70-80 % gacha yetib, kislorodning miqdori esa 6-10% bo'ladi. Toshko'mir, zichligini yuqoriligi, havodagi namlikni tortib olish qobiliyatining pastligi va tarkibidagi uchuvchi elementlarning kamligi bilan qo'ng'ir ko'mirdan farq qiladi. Toshko'mir tarkibidagi elementlarning miqdoriga va energetik tasnifiga asosan bir necha sinflarga ajraladi, jumladan D - uzun alangali, G - gazli, J - moyli, K - koksli va h. k. Metallurgik pechlarda yoqilg'i sifatida, D va G markali toshko'mirlar chang holida ishlatiladi, K, J, OS markalari esa metallurgik koks olishda qo'llaniladi.

Antratsit - yoshi jihatdan qattiq yoqilg'ilar orasida oxirgi o'rinda bo'lib, tarkibidagi uglerodning miqdori 84-94 % gacha va uchuvchi moddalar 3-7 % gacha bo'lishi mumkin. Antratsit asosan rangli metallurgiyada shaxtali pechlarda koks o'rinda ishlatiladi, shuningdek metallurgik pechlar uchun gaz holidagi yoqilg'i olishda qo'llaniladi.

Yonuvchi slanets - qo'ng'ir ko'mirlar sinfiga mansub bo'lib, uning tarkibidagi chiqindi minerallarining miqdori 40-70 % va uglerodining miqdori 10-30% bo'ladi. Shu sababli metallurgik pechlarda yonuvchi slanetslardan tayyiq va gazsimon mahsulot holida foydalaniladi.

Pista ko'mir - yog'och mahsulotlarini juda kam havo bo'lgan muhitda, 400-500°C haroratda qizdirish orqali tayyorlanadi. Pista ko'mir yuqori gigroskopik xususiyatga egadir. Uning tarkibida 10% gacha namlik bo'lib, ochiq havoda saqlansa namligi 40%

gacha ortadi. Pista ko'mirning tarkibida oltingugurtning yo'qligi va chiqindi minerallarining kamligi sababli uni metallarni tozalashda qaytaruvchi, tiklovchi sifatida va erigan metalni quyishda qoliplarga muhofaza qatlam sifatida qo'llaniladi. Pista ko'mirni qora metallurgiyada domna pechlarida yoqilg'i sifatida ishlatish mumkin.

Koks - toshko'mirni havasiz sharoitda 1000-1100°C haroratda quruq qizdirish orqali olinadi. Kimyo sanoatida koks tayyorlash jarayoni maxsus texnologiyada olib boriladi. Bu jarayon maxsus koks tayyorlash batareyalarida olib boriladi. Kokslash jarayoni natijasida quyidagi mahsulotlar olinadi. Massaga nisbatan 15% hisobida 78% koks, 15% koks gazi, 3,5% toshko'mir moyi, 0,3% ammiak, 07% xomaki benzol va 2,5% yog'li suv.

Kokslash jarayonida ajralib chiqqan gazning issiqlik sig'imi taxminan 4500 kkal/m³ ni tashkil etib, yuqori haroratda ishlaydigan metallurgik pechlarda, koks tayyorlash pechlarida yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Koks toshko'mirga nisbatan mexanik mustahkam, issiqlik berish energiyasi ($1=6600\text{kg/kkal}$) va kalorimetrik harorati 700°C ga teng. Koksning bu ko'rsatkichlari uni metallurgik pechlarda shaxtali, domna hamda metallurgik jarayonlarida qaytaruvchi sifatida keng foydalanishga asosiy omil bo'ladi.

Ko'mir kukuni - toshko'mir yoki qo'ng'ir ko'mirni 0,05-0,07mm yiriklikda maydalab tayyorlanadi. Tayyor mahsulot tarkibida namlikning miqdori 0,5 % dan kam bo'lmashligi shart.

Metallurgik pechlarda yoqilg'i sifatida qo'llaniladigan ko'mir kukunlarining o'lchami quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R = 6 + 0,5I$$

bu yerda: R - ko'mir kukunining yirikligi, mm

1. - yoqilg'i tarkibidagi uchuvchi moddaning miqdori, massasiga nisbatan hisobda.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Yoqilg'i deb qanday moddalarga aytiladi va ular qanday guruh, sinflarga bo'linadi?

2. Yoqilg'ilar sifatini belgilovchi asosiy ko'rsatgichni nima belgilaydi va uni texnikada qanday ta'riflanadi?

3. Uglerodli yoqilg'ilarda uchraydigan unsur elementlar va ular yoqilg'i sifatiga ko'rsatadigan ta'sirini tasniflab bering.

4. Yoqilg'ilarni asosiy tasnifi bo'lgan qizdirishga munosabati, issiqlik darajasi va kalorimetrik issiqlik tushunchalarning ta'riflab bering.

5. Qattiq yoqilg'ilarni metallurgik pechlarda qo'llanilishi sohalariga qaysilari kiradi.

6. Sun'iy yoqilg'i turlari va ularni metallurgik pechlarda qo'llanilishi.

2.5 SUYUQ HOLIDAGI YOQILG'ILAR

Neft - yagona tabiiy suyuq yoqilg'i hisoblanadi. Sun'iy, suyuq yoqilg'ilarning turlari esa xilma-xil bo'lib, ularning asosiylari neftni qayta ishlash natijasida olingan benzin, kerosin, motor yoqilg'isi, mazut; qattiq yoqilg'ini qayta ishlashdan olingan smola va mator yoqilg'isi, kolloidli yoqilg'ilar hamda sintetik suyuq yoqilg'ilardir.

Suyuq yoqilg'ilarning qattiq yoqilg'ilarga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iboratdir, ya'ni yuqori issiqlik energiyasiga egaligi ($Q_{H}^{sh}=8500-1000$ kkal/kg), chiqindini miqdorini pastligi ($A^{sh} = 0:0,3\%$), alanga oldirishni soddaligi, po'lat quvurlar orqali bir joydan ikkinchi joyga uzatilishi mumkinligi va h.k.

Metallurgik pechlarni ishlashida suyuq yoqilg'ilardan - mazut keng foydaniladi. Mazut neftni haydash natijasida olingan mahsulot bo'lib, yuqori haroratda ishlaydigan kuydirish, eritish va metallarni tozalash pechlarida ishlatiladi.

Mazutning sifati uning qovushqoqligi, undagi chiqindining miqdori va alangalanish harorati bilan belgilanadi. Mazutning qovushqoqlik darajasini shartli ravishda 80°C haroratda qabul qilinib, yuqori sifat ko'rsatgichi 2,5:6,0 gacha, pastkisi esa 13:13,5 oralig'ida. Mazut tarkibida chiqindining miqdori 0,1:0,63%,

namligi 1:4% va solishtirma og'irligi $0,91-0,99 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Mazutning sifatiga ta'sir ko'rsatuvchi elementlardan oltingugurt va parafindir. Kam oltingugurt markali mazut tarkibida 0.05 - 0.5% gacha va oltingugurtli markasida esa 3 - 3, 5 % dan oshmasligi kerak.

Mazut moysimon modda bo'lib, uzoq vaqt sifati buzilmay maxsus joylarda saqlanishi mumkin. Uning bu xususiyatidan foydalangan holda metallurgik zavodlarda pechlarni doimiy yoqilg'i bilan ta'minlash maqsadida ishlatilayotgan boshqa turdagi yoqilg'ilardan tabiiy gaz, ko'mir, koks tashqari ma'lum miqdorda mazut yoqilg'isi ham saqlanadi.

Gaz holidagi yoqilg'ilar

Zamonaviy metallurgik pechlarning asosiy yoqilg'ilaridan biri - gaz holidagi yoqilg'ilar hisoblanadi. Ular o'z navbatida tabiiy va sun'iy bo'lib, birinchisiga Er ostidan olinayotgan tabiiy gaz, ikkinchisiga esa qattiq va suyuq yoqilg'larni qayta ishlash natijasida olingan gazlar kiradi.

Gaz holidagi yoqilg'ilarning boshqa turdagi yoqilg'ilardan bir qator afzalliklari mavjud, ularga:

1. issiqlikni energiyasining yuqoriligi $Q > 3000 \text{ kkal/m}$;
2. tarkibida chiqindi mineral va changlarni kamligi;
3. ularni yondirishda jarayon haroratini boshqarish mumkinligi;
4. uzoq masofalarga quvurlar yordamida uzatish mumkinligi;
5. past sifatlil qattiq yoqilg'ilarni qayta ishlab olish mumkinligi va h.k.

Gaz holidagi yoqilg'ilar metallurgiyada nafaqat yoqilg'i sifatida balki metall ajratib olish jarayonida qaytaruvchi sifatida ham foydalaniladi. Quyida metallurgiyada qo'llaniladigan gaz holidagi yoqilg'i larni asosiylarini tasnifi bilan tanishib chiqamiz.

Tabiiy gaz. Tabiiy gazlar Er bag'rida paydo bo'lib, asosini metan SN_4 tashkil etadi. U tabiatda:

1. xaqiqiy gaz konlaridan (SN_4 - 93 % gacha)
2. neft konlarida (SN_4 - 54 % gacha) birgalikda uchraydi.

Tabiiy gaz quritish, kuydirish, eritish va tozalash pechlarida yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Koks gazi - toshko'mirdan koks tayyorlashda olinadi. Koks gazining issiqlik energiyasi $Q = 4000 \text{ kkal/m}^3$ bo'lib, pechlar uchun sifatli yoqilg'i hisoblanadi. Koks gazi qora metallurgiyada asosiy yoqilg'i va metalni tozalashda qaytaruvchi sifatida foydalaniladi.

Domna va koloshnik gazlari domna pechlari va rangli metallurgiya pechlarining ikkilamchi mahsuloti hisoblanadi. Bu gazlar asosan past haroratda ishlaydigan pechlarda, suv qaynatish qozonlarida va boshqa dastgohlarni isitish uchun ishlatiladi.

O'zgartirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlar ishida qo'llaniladigan suyuq yoqilg'ilar, ularni olinishi va energetik tasnifi.

2. Mazutning xossalari, markalanishi saqlanishi va mazut sifatiga salbiy ta'sir etuvchi elementlar.

3. Suyuq holdagi yoqilg'ilarni metallurgik korxonalarda qo'llanilishining afzallik tomonlari.

4. Metallurgik pechlarning qizdirishda qo'llaniladigan gaz holdagi yoqilg'ilar, ularni turlari va xossalari.

5. Gaz holdagi yoqilg'ilarning yonishidan ajralgan issiqlik miqdori Q nechka kkal. ni tashkil etadi?

6. Gaz holdagi yoqilg'ilarning metallurgik pechlar ishida qo'llanilishi va ularda boradigan jarayonlarga ta'siri.

2.6 YONISH NAZARIYASI ELEMENTLARI

Yonish - bu yoqilg'ini shiddatli oksidlanish bo'lib, ma'lum vaqt davomida ko'p miqdorda issiqlik ajralish jarayonidir. Yonilg'ining yonishi juda murakkab hodisa bo'lib, bir vaqtning o'zida bir qancha fizik-kimiyoviy jarayonlarni o'z ichiga oladi, ularga:

1. Yoqilg'ini yanchilishi;

2. Yoqilg'ini alanga olish haroratigacha qizdirish;

3. Yoqilg'ining termik parchalanishi va uni tashkil etuvchilarning qisman gaz holiga o'tishi:

4. Yoqilg'ining havo bilan aralashishi:

5. Yoqilg'ini tashkil etuvchi elementlarning oksidlanishi:

6. Yonish mahsulotining ajralishi:

7. Yonish chegarasida va atrof-muhitda issiqlik almashinishi.

Metallurgik pechlarning turiga qarab yoqilg'ini yondirish uchta asosiy jarayon turlari orqali amalga oshirish mumkin:

1. Mash'alali yonish;

2. Quyunli yonish;

3. Qatlamli yonish.

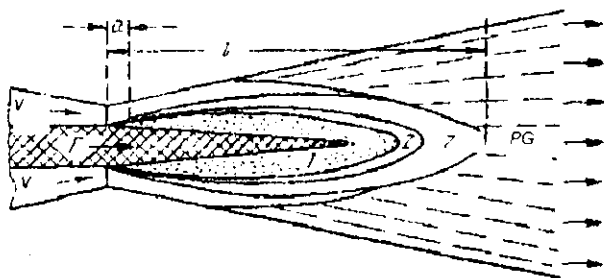
Mash'alali yonishda, gaz holidagi, suyuq va kukun holidagi yoqilg'ilarni havo bilan aralashtirib pechning ishchi qismiga purkaladi. U erda yoqilg'i alanganing chegara zonasini hosil qilib yonadi. Bunday yonish jarayoni alangali pechlarda qo'llaniladi.

Quyunli yonishda yanchilgan qattiq yoqilg'i havo bilan aralashtirib bosim orqali spiralsimon, aylanma harakat bilan yonish bo'limiga yuboriladi. Yonilg'ini bunday yondirish materialni muallaq holda qayta ishlaydigan pechlarda va yoqilg'ini siklonli yondirish moslamalarida foydalaniladi.

Qatlamli yonish yaxlit bo'lagi qattiq yoqilg'ilarga havo purkash orqali amalga oshirilib, u usul shaxtali pechlarni qizdirishda, qattiq yonilg'ilardan gazsimon yoqilg'i olishda keng qo'llaniladi.

Mash'alali yonish - gaz, suyuqlik va kukun holidagi yonilg'ilarni yonishida asosiy jarayon hisoblanadi.

Gaz holidagi yoqilg'ilarning yonishi. Boshqa turdagi yonilg'ilarga nisbatan oddiy bo'lib, u quyidagi jarayonlar yig'indisidan iborat. (14-rasm):



14-rasm. Gaz holdidagi yoqilg'ilarni mash'alali yonish sxemasi

1. Yonilg'i yondirish moslamasida chiqayotgan gaz - havo bilan aralashadi, ya'ni bu jarayon alanganing birinchi chegarada boradi;

2. Ikkinchi chegarada gaz-havo aralashmasi qiziydi va alanga oladi;

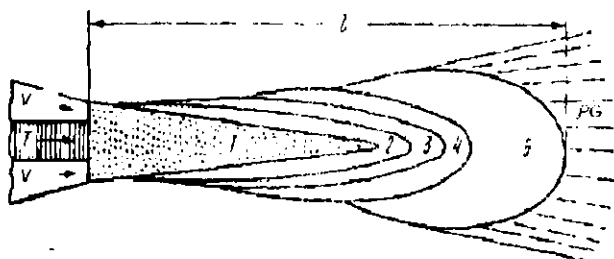
3. Yonish, xususan yonilg'ini tashkil etuvchilarni oksidlanishi, ya'ni yonilg'ini shiddatli yonish chegarasida sodir bo'ladi. Alanga mash'alasi aniq kontur va uzunlik bo'ylab tarqaladi. Yonishning shiddatli borishi gorelkani uchidagi (a) oraliqdan keyin boshlanadi. Bu oraliqda gaz - havo aralashmasi alanga olish haroratigacha qiziydi.

Yonilg'ini to'liq yonishi alanga konfiguratsiyasiga - shakliga va mash'ala uzunligiga uzviy bog'liq bo'lib, metallurgik pechlarda haroratni boshqarishda ularning roli katta. Alanga konfiguratsiyasi va mash'ala uzunligi gaz va havo oqimining tezligiga, hamda ularni aralashish sharoitiga, ya'ni aerodinamikasiga bog'liq.

Suyuq va kukun holdidagi yoqilg'ilarni yonishi ancha murakkab bo'lib, u quyidagi jarayonlardan iborat.

1. Yoqilg'ini maydalanishi va havo bilan aralashishi;
2. Aralashmani qizdirish va qisman ikkilamchi gazlarni hosil bo'lishi;
3. Ikkilamchi gazlarning alangalanishi;
4. Ikkilamchi gazlardan qolgan suyuq va qattiq yoqilg'ini alangalanishi;
5. Suyuq va qattiq qoldiqlarini yonishi.

Quyida suyuq va qattiq yoqilg'ilarni yonishida hosil bo'lgan mash'alani soddalashtirilgan sxemasi ko'rsatilgan (15 - rasm).

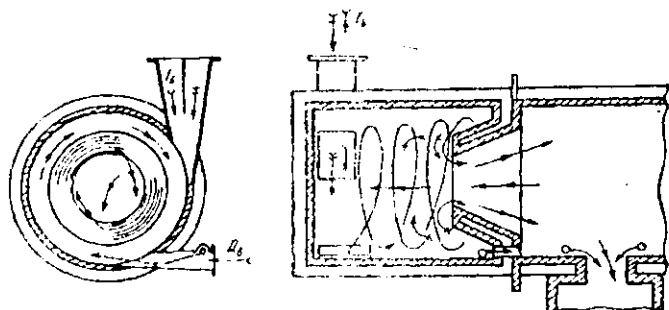


15 - rasm. Suyuq va chang holdagi yoqilg'ilarni mash'alali yonish sxemasi

Bunda suyuq yoqilg'i tomchisi yoki 0.05 - 0.07mm o'lchamdagi qattiq yoqilg'i zarrachalari dastlab birinchi chegarada havo bilan aralashadi. Hosil bo'lgan aeroaralashma mash'alani va pechni harorati ta'sirida 300-600°C harorat oralig'ida qiziydi. Bunda yoqilg'ini quruq haydash jarayoni bo'lib, ikkinchi chegarada ikkilamchi yonuvchi gazlar hosil bo'ladi. Bunday havo aralashmasi uchinchi chegarada alanga oladi. Ikkilamchi yonilg'i gazlarning hosil bo'lishidan qolgan suyuq va qattiq yonilg'ini alangalanishi 600-800°C haroratda mash'alaning to'rtinchi chegarada boradi va beshinchi chegarada jadallashib nihoyasiga yetadi.

Quyunli yonish - yoqilg'ini yoqishning yangi jarayoni bo'lib, kukun holdagi qo'ng'ir va toshko'mir, torf, yog'och chiqindilarini yoqishda samarali foydalaniladi. Shuningdek quyunli yonishni metallurgiyada kuydirish, sulfidli ruda va boyitmalarni muallaq holda eritish pechlarida qo'llash yaxshi natijalar beradi.

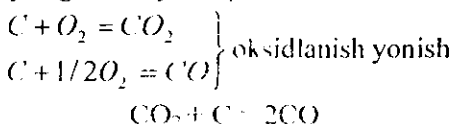
Yuqorida ko'rib chiqqanimizdek, yoqilg'ini yonish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omil uni havo bilan aralashishidir. Shu nuqtayi nazardan quyunli yonish samaralidir, chunki unda havo bilan yoqilg'i pastdagi sxemada ko'rsatilgan usulda to'liq aralashadi. (16 - rasm)



16- rasm. Yanchilgan qattiq yoqilg'ilarni quyunli yonish sxemasi

Qatlamli yonish. yirik bo'lakli qattiq yoqilg'ilar - koks, qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir, torf, yog'ochlarni yondirishda asosiy jarayon hisoblanadi. Bu jarayon rangli metallurgiyada ishlatiladigan shaxtali pechlarga koks yoqishda, qora metallurgiyada domna pechlarida va qattiq yoqilg'ilardan sun'iy yoqilg'i gazini olishda gazogeneratorlarni ishlashida katta ahamiyatga ega.

Qatlamli yonish qattiq yoqilg'i qatlamlari orasiga havo berish orqali amalga oshiriladi. Yonish jarayoni asosan yoqilg'i bo'lagining yuzasida boradi, shu sababli reaksiya yuzada gaz almashinish va diffuziya jarayonlarini qatlamli yonishda ahamiyati katta. Qatlamli yonishda ikki bosqichli bo'lib, o'z navbatida ular — kislorodli yonish chegarasi va qaytarish chegaralarida amalga oshadi. Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari bir-birlari bilan uzviy bog'liq bo'lib, biridan ikkinchisiga o'tish jarayoni uzviylikda kechadi, uni quyidagi reaksiya orqali ifodalash mumkin:



Qatlamli yonishda bu reaksiyalarni intensiv borishi yuqorida aytib o'tilgan yoqilg'i yuzasida gaz almashish va diffuziya jarayonlariga bog'liq bo'lib, shuningdek yoqilg'i tarkibidagi chiqindi mineral birikmalarning turi va miqdori ham katta ahamiyatga egadir.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Yoqilg'ilarning yonishini fizik-kimyoviy asoslab bering.
2. Yoqilg'ilarni yonishi qanday asosiy jarayonlarni o'z ichig oladi va yondirish jarayoni necha turda amalga oshadi? Ularni qanday tasavvur etasiz.
4. Gaz holdagi yoqilg'ilarni yonish sxemasini tasvirda tushuntirib va asosiy ko'rsatgichlari to'g'risida ma'lumot bering.
5. Suyuq va chang holdagi yoqilg'ilarni yonish jarayoni qanday amalga oshadi? Yonishni sxemada tushuntiring.
6. Metallurgik pechlarda qyunli yondirish qanday yoqilg'ilar uchun qo'llaniladi.
7. Yoqilg'ilarni qatlamli yondirishni qanday tushunasiz va u metallurgiyaning qayerida qo'llaniladi? Jarayon borishidagi asosiy omillarni keltiring.

2.7 METALLURGIK PECHLARNI ELEKTR ENERGIYASI YORDAMIDA QIZDIRISHNING ASOSLARI

Elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish hisobiga qizdiriladigan pechlar elektropechlar deyiladi.

Pechlarni qizdirish uchun elektr energiyasidan foydalanish XX asrga, ya'ni elektr energiyasini ulkan miqyosda ishlab chiqarishga erishilgandan so'ng qo'llanila boshlandi. Elektr qizdirishda elektr energiyasi juda ko'p miqdorda sarf bo'lishiga qaramasdan elektropechlar texnikaning turli sohalarida tez va ko'plab qo'llanila boshladi.

Metallurgiyada elektropechlar katta ahamiyatga ega bo'lib, ba'zi metallurgik korxonalarda asosiy turdagi pechlar bo'lib hisoblanadi.

Jumladan qora metallurgiyada elektr qizdirish po'lat, ferro qotishma ishlab chiqarishda va cho'yan eritishda keng qo'llaniladi. Rangli metallurgiyada elektr qizdirish dastavval qotishmalar ishlab chiqarishda va metallarni turli xil aralashmalardan tozlashda

qo'llanilar edi. Keyinchalik esa rangli metallarni ishlab chiqarishda ruda xomashyosini va shlakni qayta ishlashda qo'llanila boshlandi. Elektr qizdirish metall quyishda va ularga ishlov berishda keng qo'llaniladi.

Elektropechlarni bu qadar keng qo'llanilishning bir qancha afzalliklari mavjud bo'lib, ularning asosiylariga quyidagilar kiradi:

1. Kichik hajmdagi pechlarda yuqori quvvatda ishlash va juda yuqori haroratga (3000°C undan ortiq) erishish mumkinligi.

2. Pechning ishchi hajmida mahsulotni erish ko'rsatgichlarini va haroratni taqsimlanishni boshqarish mumkinligi;

3. Ish joyining tozaligi, yoqilg'i chiqindilari, gazlar va turli xil aralashmalardan xoliligi;

4. Ishchi agregatni zich berkitish va unda vakuum yoki himoya qatlamini hosil qilish mumkinligi;

5. Metallni shlak, chang, gazlar va quyindilar bilan isrof bo'lishini kamligi;

6. Issiqlikni foydali ish koeffitsienting yuqoriligi (70-85% ga yetadi).

7. Gazlarni va changlarni kam miqdorda hosil bo'lishi;

8. Jarayonni kompleks mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish imkoniyatlarining nechog'lik kattaligi;

9. Ish joyida yuqori tozalik va estetik madaniyat mavjudligi;

Elektr pechlar bundan tashqari bir qancha kamchiliklarga ham ega. ularga:

1. Boshqa xalq xo'jaligi tarmoqlariga qaraganda elektr energiyani juda ko'p talab qilinishi;

2. Bir qancha turdagi elektr pechlar uchun ishlab chiqarishni unumdorligi va quvvatni konstruksion cheklanganligi.

Elektr stansiyalarni quvvatini va sonini o'sishi, elektr energiya narxini ortib borishi va h.k.

Metallurgik pechlarda elektr qizdirishni qo'llash quyidagi sharoitlarda maqsadga muvofiq bo'ladi:

1. Zavod joylashgan rayonlarda yuqori sifatli uglerodli yoqilg'ilarni, ayniqsa neft yoki gazning yo'qligi;

2. Ushbu rayonda arzon narxli elektr energiyasining mavjudligi;

3. Elektr pechlar talabini qondirish oqibati qo'shni korxonalarini elektr ta'minotiga salbiy ta'sir ko'rsatmaslik.

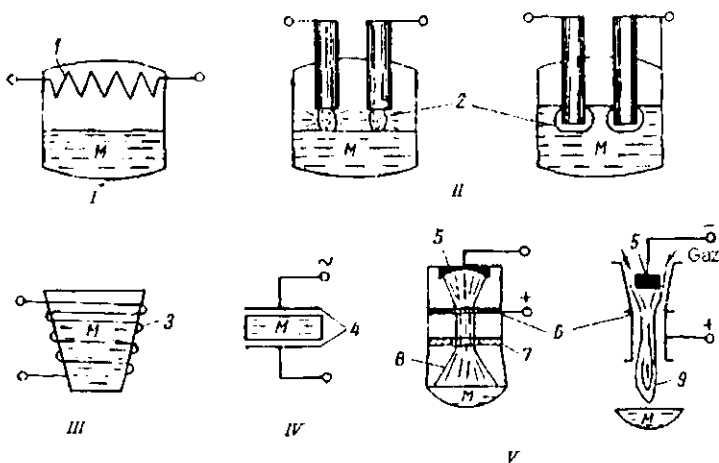
Metallurgik pechlarda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga turli xil usullarda o'tadi.

Hozirgi vaqtda qo'lanilayotgan elektr pechlarni, energiyani bir turdan ikkinchisiga o'tkazishiga asosan, beshta guruhga ajratish mumkin (17 - rasm).

I. Qarshilikli elektr pechlar – bunda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga elektr zanjirga ulangan qattiq yoki suyuq qarshilik hisobiga amalga oshadi.

1. Bilvosita ishlaydigan pechlar – bunda elektr zanjirga alohida ulangan maxsus qarshilik, ishchi hajmidagi materialni qizdiradi.

2. Bevosita ishlaydigan pechlar – bunda elektr energiya qayta ishlanayotgan materialdan o'tadi va uning qarshiligi hisobiga issiqlik ajraladi.



17- rasm. Sanoat pechlarini elektr qizdirish sxemalari.

II. Elektr yoyli pechlar – bunda gazli muhitda maxsus elektrodning erishi natijasida elektr yoylarda issiqlik energiyasi ajraladi.

1. Elektr yoyi, elektrodlar orasida yonadigan va issiqlik chiqaradigan materialga asosan nurlanish orqali beriladi;

2. Elektr yo'llari pechlar elektrodlar bilan qizdirilayotgan material o'rtasida amalga oshib qizdiradi.

III. Aralash qizdiriladigan pechlar – ya'ni ruda termik pechlar;

IV. Induksion pechlar – bunda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga tez o'zgaruvchan magnit maydonida joylashgan qattiq yoki suyuq jismda o'tish natijasida amalga oshadi.

V. Yangi elektr qizdirish bilan ishlaydigan pechlar;

1. Elektron - nur qizdirishli pechlar;

2. Plazmali gorelka bilan ishlaydigan pechlar.

Elektr qarshilik hisobiga qizdirish

Qarshilik hisobiga qizdirishning bir nechta turi mavjud. Metallurgik issiqlik texnikasida katta ahamiyatga ega bo'lgan va keng tarqalganlardan bilvosita qizdirish hisoblanadi. Pechlarning ishchi yuzasidagi haroratga qarab ular, past haroratli 100-700°C, o'rta haroratli - 1200°C va yuqori haroratli 1200-2000°C bo'ladi.

Qarshilik hisobiga qizdirish materiallarni quritish va kuydirish, metall va qotishmalarga termik ishlov berishda; qo'rg'oshin, ruh, qalay, alyuminiy, magniy va ularning qotishmalarini eritishda keng qo'llaniladi.

Elektr qarshilikli pechlarda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga maxsus tayyorlangan qarshiliklar yordamida amalga oshirilib undan chiqarayotgan issiqlik miqdori Joul-Lents qonuniga asosan quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = 0,00024 \tau IR$$

bu yerda: I - tok kuchi, A

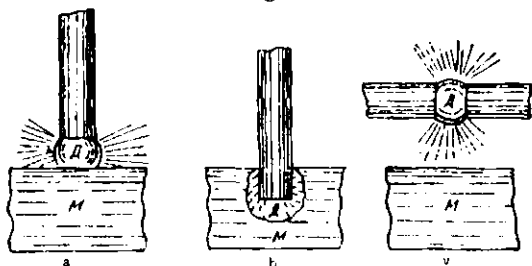
R - o'tkazgichning qarshiligi, Om

τ - vaqt, s.

Formuladan ko'rinib turibdiki, ajralayotgan issiqlik miqdori asosan tok kuchi bilan o'tkazgichning qarshiligiga bog'liq.

Elektr yoyli qizdirgichlar

Elektr yoyli qizdirgichlar yuqori haroratli va katta quvvatli elektr pechlar jumlasiga kirib, turli materiallarni eritishda qo'llaniladi. Quyidagi rasmda yoyli elektr qizdirish usullari va ularning ishlash sxemasi ko'rsatilgan. (18 - rasm).



18 - rasm. Yoyli qizdirish usullari

- a - to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etuvchi ochiq yoyli;
- b - to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etuvchi yopiq yoyli;
- d - bilvosita ta'sir etuvchi betaraf yoyli.

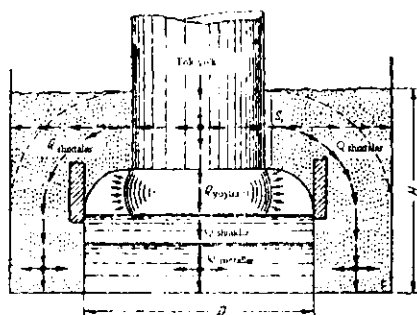
O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada elektr energiyasi hisobiga ishlaydigan pechlarni qanday nomlanadi?
2. Metallurgik pechlarni elektr energiyasida ishlashning afzallik va kamchiliklari.
3. Metallurgik pechlarda elektr energiyasini issiqlik energiyasi o'tkazishning qanday usullarini bilasiz?
4. Qarshilikli elektroqizdirishdan ajralgan issiqlik miqdori fizikaning qaysi qonuniga asosan aniqlanadi?
5. Yoyli elektroqizdirish jarayonini qanday usullari mavjud va ular qanday amalga oshiriladi?
6. Induksion pechlarda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga qay yo'sinda o'tkaziladi.

2.8 ARALASH ELEKTR QIZDIRGICHLAR

Aralash elektr qizdirgichlarda issiqlik energiyasi bir vaqtning o'zida shixta yoki eritma qatlamida joylashgan qarshilikli va yoyli qizdirgichlar hisobga ajraladi (19 - rasm).

Aralash elektr qizdirgichlar ferroqotishmalarni va cho'yan eritishda, rangli metallurgiyada hamda kimyo sanoatining chala mahsulotlarini eritadigan rudno termik pechlarda keng qo'llaniladi.



19 - rasm. Aralash elektr qizdirish sxemasi:

Bunday elektr qizdirgichlardan ajralib chiqayotgan umumiy issiqlik miqdori (yoy beradigan issiqlik Q_{voy} hamda shixta Q_{shixta} , shlak Q_{shlak} va metall Q_{metali}) ning qarshiligi hisobiga ajralib chiqayotgan issiqlik miqdorlari yig'indisidan iborat.

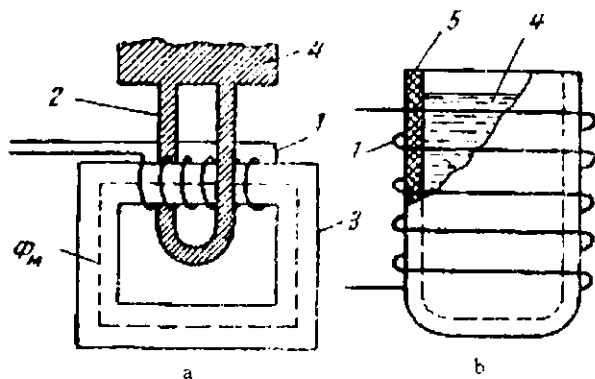
$$Q_{umum} = Q_{voy} + Q_{shixta} + Q_{shlak} + Q_{metali}$$

Rangli metallurgiyada rudno termik pechlarning ahamiyati katta. Bu pechlar elektrodlar bilan ta'minlangan bo'lib, ular shixtaga chuqur botirilgan. Natijada elektr qizdirish aralash holda, ya'ni elektr yoydan va shlak qarshiligidan ajralib chiqayotgan issiqlik energiyasi hisobiga ishlaydi.

Induksion elektr qizdirish

Induksion elektr qizdirish - elektr transformatorlarining ishlash printsipiga asoslangan bo'lib, birlamchi g'altakga berilayotgan elektr tok ikkilamchi g'altakda induksionlashib, issiqlik energiyasiga aylanadi. Bunda ikkilamchi g'altak siflatida qizdirilayotgan material qo'llaniladi. Induksion elektr qizdirishda birlamchi g'altak (induktor) ga berilayotgan elektr energiyasi zudlik bilan o'zgaruvchan magnit maydoni energiyasiga va o'z navbatida ikkilamchi g'altakda, ya'ni eritilayotgan materialda elektr energiyasiga aylanadi, natijada materialning qarshiligi hisobiga issiqlik energiyasi ajralib chiqadi. Agar eritilayotgan material ferromagnit bo'lsa o'zgaruvchan magnit maydon energiyasining bir qismi to'g'ridan - to'g'ri issiqlik energiyasiga o'tadi.

Texnikada keng tarqalgan induksion pechlarning ikki turi bo'lib, ular temir o'zakli va o'zaksiz yuqori chastotali induksion elektr qizdirish sistemasi bilan farq qiladi (20 - rasm).



20 - rasm. Induksion qizdirishning prinsipial sxemasi

a - temir o'zakli; b - temir o'zaksiz; 1 - birlamchi g'altak (induktor); 2 - metall bilan to'ldirilgan kanal; 3 - temir o'zak; 4 - shixta; 5 - tigil.

Rasmda ko'rsatilganidek, temir o'zakli induksion pechlarning ishlash prinsipi oddiy elektr transformatoriga o'xshab birlamchi g'altak temir o'zakka o'rnatilgan bo'lib, ikkilamchi g'altak yopiq

holdagi nayga metalli shixta solingan. Talqasimon naydagi erigan metall qotishma shiddatli aylanish natijasida pechning ishchi hajmiga o'tadi va yuqoridagi shixta bilan to'qnashib uni qizdiraladi va eritadi.

Metallurgik pechlarda issiqlashtirish foydali ish koeffitsienti yuqori bo'lgan usullar to'g'rida asosiy ta'sir etuvchi va asosan yopiq turdagi yoyli qizdirgichlar qo'llaniladi. Ulardan rudali va ferroqotishma olishda, mis va boshqalarni tozalashda hamda turli rudalarni qayta ishlashda foydalaniladi.

Yoyli elektr qizdirish quyidagi amaliyotlar yig'indisi natijasida amalga oshadi:

1. Alohida o'tkazgichlarga (elektrodlarga yoki elektrod hamda materialga) berilayotgan kuchli elektr quvvati chaqmoq sifatida yoy hosil qilib, issiqlik quvvatini yoyatadi.

2. Eritilayotgan material, pechning devorlari va elektr yoy orasida issiqlik almashish amaliyoti keltiriladi.

Yopiq yoyli qizdirgichlar asosan qarshiligi ma'lum darajada cheklangan, metall bo'lmagan materiallarni qayta ishlashda qo'llaniladi. Bunda elektr energiyasi faqat yoyning o'zida balki shixta yoki erigan massaning qarshiligi hisobiga issiqlik energiyasiga aylanadi.

Ochiq yoyli qizdirgichlardan rudalarni va metall qotishmalarni eritishda foydalaniladi. Bunda shixta yoy eritilayotgan materialga tegmagan holda ishlaydi, aks holda ular tutashish vujudga keladi.

O'zaksiz induksion pechlarning sxematik ko'rinishi ham transformatorlarga o'xshash bo'lib, o'zaro aylanmchi g'altak misdan tayyorlangan (induktor) bo'lib, o'zaro aylanmchisi esa tigelga joylashtirilgan metalli shixtadan iborat.

O'zaksiz induksion pechlarda asosida ishlaydigan metallurgiyada keng qo'llaniladi. Ularga uning bir qator afzalliklari shab bo'lib, ularga

- Issiqlik, qizdirilayotgan materialning o'zida ajraladi, bu esa butun yuza bo'ylab issiqlik almashish jarayoni ta'minlaydi, ya'ni ajralib chiqayotgan issiqlik foydalanish koeffitsienti yuqori.

- Qizdirish elementlari, ya'ni tigellar bilan metallni ifloslanmasligi, ya'ni yuqori darajada tozalikka ega bo'lgan metall olish imkonligi.

- Pechning ishchi hajmini tashqi muhitdan to'liq ajratish ya'ni yopish mumkunligi hamda eritish jarayonini vakuumda yoki atmosfera gazidan saqlangan holda amalga oshirilishi.

- Qizdirilayotgan materialning xususiyatiga va o'tga chidamli qoplamalarning imkoniyatlariga qarab yuqori haroratda erishish mumkin.

- Induksion pechlarning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligini yuqoriligi, material qizishining va erishining tezligi.

- Metall yo'qolishining kamligi va pechlarni boshqarishning texnik jihatdan yuqori saviyaligi va h.k.

Yangi turdagi qizdirgichlar

Elektron - nurli qizdirgichlar. Elektron-nurli qizdirgichlarning mohiyati shundan iboratki, havosi so'rib olingan kameraga (vakuumga) ikkita elektrod-anod va katod joylashtirilgan bo'lib, ularga yuqori kuchlanishdagi o'zgarmas tok beriladi. Qizigan katoddan o'tilib chiqayotgan kuchli elektronlar oqimi maxsus sistemalar yordamida yig'iladi va qizdirilayotgan metall yuzasiga yo'naltiriladi, bunda elektronlarning kuchli kinetik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi (21 - rasm).

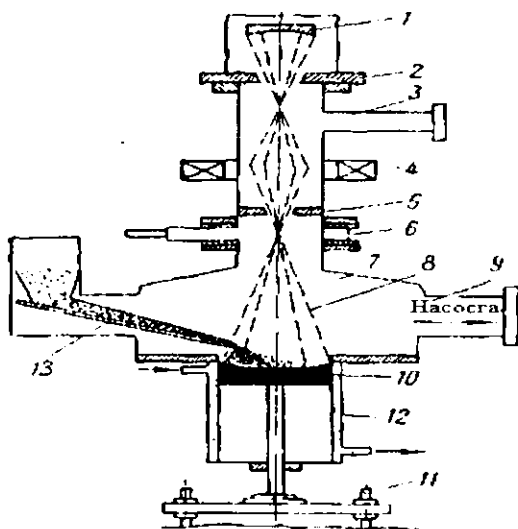
Elektron - nurli qizdirish bir qancha afzalliklarga ega bo'lib, bulardan asosiylari:

1. Suyuqlikning metall yuzasidagi harakatini yetarlicha nazorat qilinishi;

2. Jarayonni sezilarli vakuumda ($1 \cdot 10^{-6}$ mm. sim. ust) olib borilishi;

3. Metallni uzoq vaqt davomida suyuq holda ushlab turish mumkinligi.

Bunday ko'rsatkichnlarning yuqori haroratda eriydigan metall va ularning qotishmalarini yuqori sifatli qilib tozalashda va yaxshi struktura tuzilishiga ega bo'lgan metall quymalar olishda ahamiyati katta. Hozirgi kunda elektron nurli qizdirish niobiy, molibden, volfram, titan va boshqa metallarni hamda ularning qotishmalarini eritishda qo'llanilmoqda.



21-rasm. Elektron - nurli qizdirgichli qurilma sxemasi
 1-katod, elektron to'pi; 2-anod elektron to'pi; 3-havoni so'rib olish nayi; 4-magnitli linza; 5-taqsimlovchi diafragma; 6-taqsimlovchi sheber; 7-eritish kamerasi; 8-elektronlar oqimi; 9 - yuqori vakuum hosil qilish yo'lagi; 10-eritilayotgan material; 11-tayyor mahsulotni olish mexanizmi; 12-suv bilan sovutish sistemasi; 13-xomashyo uzatish mexanizmi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Aralash elektr qizdirishni qanday tasavvur qilasiz va u qanday metallurgik pechlarda qo'llaniladi.

2. Aralash elektr qizdirish pechlariga berilayotgan umumiy issiqlik miqdori Q_{umum} qanday issiqlik miqdorlari yig'indisidan tashkil topgan?

3. Induksion – elektroqizdirishning asoslari va metallurgik pechlarni qizdirishda qo'llanilishi.

4. Metallurgiyada induksion qizdirish usulini qanday afzalliklarini bilasiz.

5. Elektron nurli qizdirish usuli nimaga asoslangan va uni metallurgiyada qo'llanilish sohalarini ta'riflang.

6. Plazmali qizdirish usulining fizik asoslari va ularning metall eritish prinsipini aytib bering.

III. METALLURGIK PECHLAR VA UNING ASOSIY QISMLARI

3.1 O'TGA CHIDAMLI MATERIALLAR VA METALLURGIK PECHLARNING ASOSIY QISMLAR

Zamonaviy metallurgik pechlar qurilishida ko'p miqdorda turli materiallar qo'llash talab qilinadi, ulardan asosiylari: issiqlikka va o'tga chidamli materiallar, metallar, metall qotishmalar va oddiy qurilish materiallari. Issiqlikka va o'tga chidamli materiallar pechlarning ishchi qismlarini, ya'ni yuqori haroratli jarayonlar boradigan ishchi bo'limlarni yig'ishda ishlatiladi. Metall va metall qotishmalari pechning tashqi qoplamalarini, mahkamlash ustunlarida, harakatlanuvchi qismlarda, sovitish sistemalarida qo'llaniladi. Oddiy qurilish materiallari - g'isht, sement, qum, xarsangtosh va shag'allar asosan pechlarning fundamentini tayyorlashda, texnologik gazlar harakatlanuvchi qismlarni yig'ishda foydalaniladi.

O'tga chidamli materiallar deb - uzoq vaqt davomida 1000°C dan yuqori bo'lgan haroratga bardosh berib, o'zining mexanik mustahkamligini va shaklini saqlab turuvchi materiallarga aytiladi. O'tga chidamli materiallar quyidagi talablarni qanoatlantirishi shart, ya'ni:

1. O'tga chidamliligi - 1580°C dan kam bo'lmasligi.
2. 1000°C dan yuqori haroratda ham yetarli darajada texnik mustahkamlikga ega bo'lishi.
3. Jarayon harorati o'zgarishiga chidamliligi.
4. Metallurgik jarayonlar borishi davomida kimyoviy mustahkamligi.
5. Qizdirish natijasida o'zining shaklini va hajmini saqlab qolishi.

6. Fizikaviy xususiyatlari - issiqlik o'tkazuvchanlik, g'ovaklik, solishtirma kattaliklari va hokazolarga javob berishi.

7. Ko'plab ishlab chiqarishda tannarxining arzonligi.

Metallurgik pechlar qurilishida qo'llanilayotgan o'tga chidamli materiallar oksidli yoki uglerodli birikmalardan tayyorlanadi.

Ular o'zining tarkibiga ko'ra 20 ta guruhdan iborat 8 ta sinfga bo'linadi:

I. Kremniy oksidli

a) issiqqa chidamli g'ishtlar, dinasli bo'lib tarkibida SiO_2 ning miqdori 90% dan kam bo'lmashligi kerak.

b) kvarsli shisha, SiO_2 ning miqdori 99 % dan oshmasligi kerak.

II. Alyumosilikatli

a) yarim kislotali, tarkibida 70-80% SiO_2 va Al_2O_3 0-30% dan kam bo'lmashligi kerak.

b) shamotli, tarkibini 30% dan 45% gacha Al_2O_3 tashkil qiladi.

d) yuqori alyumosilikatli tarkibida Al_2O_3 45% dan kam bo'lmashligi kerak.

III. Magnizitli

a) tarkibida magniy oksidi - MgO ning miqdori 85% dan kam emas.

b) tarkibidagi dolomitli CaO va MgO larining miqdori (molekulyar miqdorda) bir-biriga yaqin yoki MgO ortiqroq.

d) foresterli, tarkibi MgO va SiO_2 lardan iborat bo'lib, ularning molekulyar nisbati taxminan 1 ga teng yoki MgO miqdori ortiqroq.

c) shipinelli $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ va Cr_2O_3 dan tashkil topgan.

IV. Xromli

a) tarkibida 30% oralig'ida Cr_2O_3 bo'ladi.

b) xrom-magnezitli-tarkibi 10-30% Sg_2O_3 va 30-70% MgO dan iborat.

V. Uglerodli

a) grafitli, tarkibini 30-60% ni C tashkil qiladi.

b) koksli, tarkibini 70-90% ni C dan tashkil qiladi.

VI. Sirkoniyli

a) sirkoniyli, $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ mineralidan tayyorlanadi.

b) sirkonli ZrO_2 dan tayyorlanadi.

VII. Oksidli

- a) berilli oksididan tayyorlangan mahsulot.
- b) toriy oksididan tayyorlangan mahsulot.
- d) seziy oksididan tayyorlangan mahsulot.

VIII. Karbitli va nitritli

- a) korborundli, tarkibida 30% dan 90% gacha SiC_4 mavjud.
- b) nitridan, karbid va baritdan tashkil topgan mahsulotlar.

O'tga chidamli materiallar issiqlikka chidamli xossasiga ko'ra uchta guruhga ajratiladi.

1. O'tga chidamli - 158°C dan 177°C gacha.
2. Yuqori haroratga chidamli 177°C dan 200°C gacha,
3. O'ta yuqori haroratga chidamli 200°C dan yuqori.

O'tga chidamli mahsulotlar termik ishlov berilishiga asosan 3 guruhga bo'linadi:

1. Kuydirilmaydigan;
2. Kuydiriladigan;
3. Erish haroratiga qadar qizdirib termik ishlov beriladigan.

Metallurgik pechlar qurilishida asosan tabiiy xomashyolardan maxsus tayyorlangan o'tga chidamli materiallar ishlatiladi. Ularni tayyorlashda tabiiy o'tga chidamli materiallar qum, kvarsli qum SiO_2 , slanets temir xromati $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$, asbest $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ kaolin $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqa minerallardan foydalaniladi. Shuningdek bu materiallarga qayta ishlov bermagan holda ham pechlar kurilishida ishlatish mumkin. Masalan, asbest va slanets - issiqlik o'tkazmaydigan materiallar sifatida qoplamalar orasini to'ldirishda, kvarsli qum, kaolin va sement qorishmasidan pechlar g'ishtlarini terishda, choklarini suvashda va mahsulot chiqadigan tuynuqlarni yopishda foydalaniladi.

O'tga chidamli materiallarni tanlash, ulardan mahsulot tayyorlash va ishlatish mutaxassisidan yuqori bilim va mahorat talab qiladi, chunki yo'l qo'yilgan xatolar qurilgan metallurgik pechlarning mustahkamligini pasaytiribgina qolmay, hatto baxtsiz hodisalarga olib keladi. Shu sababli issiqlikka chidamli mahsulotlar tayyorlash qat'iy texnologik talablar asosida olib borilishi shart, bularga:

1. Xomashyoni tayyorlash. Tabiiy xomashyoni saralash, unsur elementlardan tozalash maqsadida uni boyitish, kuydirish orqali uning tarkibidagi karbonatlarni, gidratlarni, organik birikmalarni parchalash va mustahkam birikma olish, uni maydalash, yanchish va yirikligi bo'yicha saralashdan iborat.

2. Dastlabki aralashma - shixta tayyorlash, bu jarayonda tayyorlanayotgan mahsulot tarkibini tashkil etuvchi moddalar aniq miqdorda solinib, yaxshi aralashtiriladi, so'ngra ma'lum miqdorda suv bilan namlanadi.

4. Mahsulotni quritish, ya'ni uning mikroskopik namligini ma'lum haroratda parchalashdan iboratdir.

5. Mahsulotni kuydirish. Bu jarayon g'isht pishirish pechlarida yoki to'g'ridan - to'g'ri metallurgik pechlarning o'zida amalga oshiriladi.

6. Tayyor mahsulotning texnik nazorati - bu korxonaning maxsus bo'limiga yuklatilgan bo'lib, tayyorlangan issiqlikka chidamli mahsulotlarni sifatini tekshirib va saralab maxsus konteynerlarga joylanadi yoki ehtiyot choralarini inobatga olgan holda iste'molchiga jo'natiladi.

O'tga chidamli mahsulotlarning tasnifi va ishlatilishi

Dinasli mahsulotlar

Dinasli o'tga chidamli mahsulotlarga - tarkibida SiO_2 93% dan kam bo'lmagan va quyidagi tarkibli mahsulotlar kiradi:

SiO_2 - 93 - 94,5%, Al_2O_3 - 1,5%, CaO 2 - 2, 8%

Issiqlikka chidamlilik harorati

t - 1690 - 1710°C

Dinasli mahsulotlardan -- qora va rangli metallurgiyada yuqori haroratda ishlaydigan eritish, yallig' qaytarish, elektr pech va metallni olovli tozalash pechlarining ishchi qismlari yig'iladi.

Shamotli

Shamotli o'tga chidamli materiallar tarkibda 30-45% Al_2O_3 bo'lib, uch turda bo'ladi.

1. Asosiy - tarkibida Al_2O_3 30% dan kam bo'lmasdan, qo'shimcha TiO_2 mavjud.

2. Kislota - $30\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$

3. Ko'mirli - ko'mir va organik birikmalar miqdori 16 - 20% dan ko'p bo'lmazligi kerak. $t = 1300 - 1690^\circ\text{C}$.

Shamotli mahsulotlar kuydirish pechlarida gaz harakatlanish yo'laklari, kovishlarda va boshqa qismlarda qo'llaniladi.

Magnezitli va xromli

Bu guruh o'tga chidamli materiallarning 6 ta guruhdan iborat bo'lib, ularga:

1. Magnezitli, MgO ;

2. Dolomitli MgO va CaO ;

3. Forsterli $2 \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$;

4. Shinelli $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ va $\text{MgO} \cdot \text{Sr}_2\text{O}_3$;

5. Xromatli $\text{FeO} \cdot \text{CrO}_2$;

6. Xrom -magnezitli MgO va CrO_2 .

Ular 1550°C dan 2000°C haroratni ko'taradi va pech qurilishining turli qismlarida qo'llaniladi.

Uglerodli o'tga chidamli materiallar. Ularning uchta turi bo'lib, ularga korborundli, grafitli va uglerodlilar misol bo'ladi. Korborundli material tarkibida 85-90% SiC bo'lib, ulardan tayyorlangan materiallar oksidlanish reaksiyasiga chidamli va mufil pechlari uchun o'tga chidamli plitalar tayyorlashda ishlatiladi. Bunday materiallar 2000°C haroratda ham o'zining fizikaviy xususiyatini saqlab qoladi.

Issiqlik o'tkazmaydigan materiallar. Tabiatda issiqlik o'tkazmaydigan modda - havodir, uning issiqlik o'tkazish koeffitsienti juda kam bo'lib $0,02 \text{ kkal}/(\text{m} \cdot \text{soat} \cdot \text{grad})$. Shuning uchun tabiatda va texnikada orasida havo bo'lgan g'ovak materiallar qo'llaniladi. Metallurgik pechlar qurilishida issiqlik o'tkazmaydigan yuqori g'ovaklikka ega materiallar keng qo'llaniladi. Texnikada ularni yengil o'tga chidamli materiallar deb nomlanadi, ular ikki xil turda bo'ladi, ya'ni tabiiy va sun'iy.

Tabiiylariga - dolomit infuzor tuproq, tuproq va asbest kiradi. Birinchi ikkitasining tarkibini asosini, ya'ni 80-95% SiO_2 tashkil etadi. Ular yuqori g'ovaklikka, kichik sig'imga va kichik issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientga $0,05-0,12 \text{ kkal}/(\text{m} \cdot \text{soat} \cdot \text{grad})$ ega. Dolomit amorf ko'rinishdagi krenniy oksidi bo'lib, g'ovak tuproq

strukturasiga ega. Infuzor tuproq dolomitdan strukturasini jihatidan farq qiluvchi tog' jinsidir. Bu materiallar izolyatsiya g'ishtlarini tayyorlashda, oraliqlarni to'ldirishda va pechning tashqi - ischi organi bo'lmagan devorlarini suvashda qo'llaniladi. Asbest - magniyning tabiiy suvli silikati bo'lib, issiqlik o'tkazish koeffitsienti $0,13 \text{ kkal}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{grad})$ shuningdek yuqori darajali o'tga chidamli materialdir. U to'ldiruvchi sifatida kukun holida, karton, paxta va arqon holida ishlatiladi.

Sun'iy issiqlik o'tkazmaydigan materiallar, ya'ni yengil, o'tga chidamli materiallar shamotdan, oksidlardan va qisman dinasli materiallaridan tayyorlanadi. Bu tayyorlangan materiallarning g'ovakligi 50-85% ni tashkil etadi. oddiy o'tga chidamli materiallarniki esa 5-30% ni tashkil qiladi. Yengil, o'tga chidamli materiallarning zichligi $0,27-1,3 \text{ kg}/\text{sm}^2$ bo'lib, issiqlik o'tkazish koeffitsienti $0,09-0,7 \text{ kkal}/(\text{m}\cdot\text{Soat}\cdot\text{Grad})$. Bu materiallar qo'llanilishiga qarab ikki sinfga bo'linadi, ya'ni ichki izolyatsiyada qo'llaniluvchi va tashqi izolyatsiyada qo'llaniluvchi materiallar.

Yengil, o'tga chidamli materiallar pechlarning turli konstruksiyasida qo'llaniladi, jumladan shamotlilari pechlarning kam mexanik kuch ta'sir qiluvchi, shlak ta'siriga uchramaydigan, harorati $1200-1350^\circ\text{C}$ dan oshmaydigan joylarida qo'llaniladi. Pechlar qurilishida issiqlik o'tkazmaydigan materiallar sifati shuningdek shlakli paxtalardan foydalaniladi. Shlakli paxtalar rangli va qora metallurgiyada chiqayotgan crib turgan shlakga havo purkash yo'li bilan olinadi. Ulardan to'ldiruvchi sifatida, yengil, o'tga chidamli blok plitalar tayyorlashda qo'llaniladi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. O'tga va issiqlikka chidamli materiallar deb qanday materiallarga aytiladi.
2. Metallurgik pechlar qurilishida qo'llaniladigan o'tga chidamli materiallar qanday texnik talablarga javob berishi shart?
3. Pechlar qurilishida qo'llanilayotgan o'tga chidamli materiallar tarkibiga ko'ra nechta guruh va sinflarga taqsimlanadi.

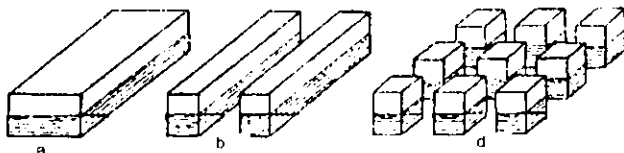
4. Dinasli o'tga chidali materiallarning tarkibi va pechlarda qo'llanilishi.

5. Magnezitli o'tga chidamli materiallarni tarkibi va ularni metallurgik pechlarda qo'llanilishi.

6. Issiqlik o'tkazmaydigan materiallar va ularni pech qurilishida qo'llanilishi.

3.2 PECHLARNING ASOSIY QISMLARI

Metallurgiyada qo'llaniladigan pechlarning asosiy elementlaridan biri, uning asosi fundamentidir. Pechlarning fundamenti statik va dinamik kuchlarga bardosh beradigan bo'lishi kerak. Statik kuchlarga pechlarning devorlari, ishchi va hamma metallardan tayyorlangan qismlar kiradi. Dinamik kuchlarda esa, pechlarga shixta material solganda, eritish jarayoni davomida hosil bo'ladigan, tayyor mahsulot olinayotganda va pechlarning o'zi harakatlanayotganda hosil bo'ladigan kuchlanishlar inobatga olinadi.



22-rasm. Metallurgik pechlarning fundamentlarining turlari

Pechlar fundamentlari turli konstruksiyada bo'lib, ularning asosiylari:

- a) butun yuza bo'ylab;
- b) tasma shaklida, ya'ni ensiz, uzun plitalar holida;
- d) alohida-alohida blok plitalar holida tayyorlanadi.

Butun yuza bo'yicha bajariladigan fundamentlar - asosan yallig' qaytaruvchi, marten va boshqa shu kabi pechlar uchun qo'llaniladi, bunday pechlar tagining sovishi maqsadga muvofiq emas.

Tasma shaklida va bloklar holida tayyorlangan fundamentlar esa aksincha tagi sovitiladigan pechlar (masalan, metall boyitma eritiladigan pechlar) da qo'llaniladi.

Pechlarning fundamentini tayyorlashda xarsangtoshlardan, beton, qurilish va o'tga chidamli g'ishtlar, hamda chiqindi shakllardan foydalaniladi.

British pechlarini qurishda uning atrofiga suv to'planishiga nihoyatda ehtiyot bo'lishi shart. Suv to'planishi natijasida portlash, pechlarning yemirilishi va ishehilar jarohatlanishi mumkin. Shularning oldini olish maqsadida pechlar suv o'tgan inshootlardan (suv quvuri, kanalizatsiya) yiroqda quriladi, shuningdek pechlar-ning atrofiga drenajlar quriladi.

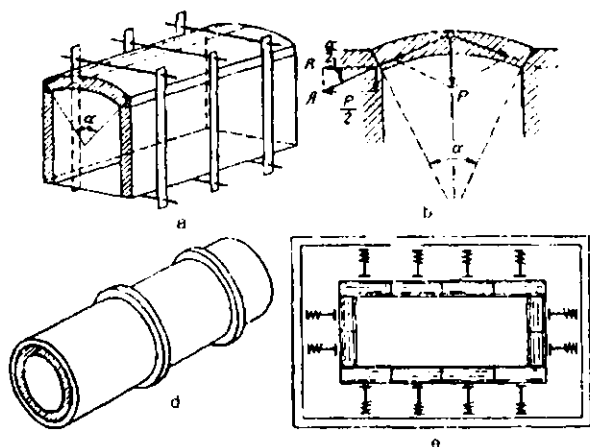
Pechlarning korpusi

Pechlarning asosi futerovkadan, (o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan devori) tashqi mahkamlagichdan, xomashyo solinadigan va tayyor mahsulot olinadigan hamda gazlar harakatlanadigan yo'ldan tashkil topgan.

Pech asosining mahkamlagichlari pechlarning turiga qarab, alohida-alohida metallardan tayyorlangan, metall belbog'lar holida yoki pech asosini to'la qoplagan metall qobig'dan iborat bo'ladi, (23 - rasmi).

Qoplamaga ishlatiladigan metall listlarning qalinligi 8mm dan 30 mm ga boradi.

To'g'ri to'rtburchak shaklidagi pechlarning shipi yarim yoy shaklida quriladi, sabab pechdagi issiqlik nuri eritilayotgan mahsulot tomon yo'naltirishdir. Shuning uchun pechlar shipini tayyorlash katta javobgarlikni talab qilib, yoyni qurishda unga tushadigan tayanch kuchi P quyidagi formula orqali hisoblanadi:



23 - rasmi. Metallurgik pechlar asosining mahkamlanish usullari

$$P = A \cos \frac{\alpha}{2}; \quad A = \frac{P}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad P = \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Pech qizdirilganda devorlari issiqlikdan sezilarli darajada kengayadi, shu kengayishni hisobga olib, asosiy formulaga k – koeffitsient kiritamiz. U holda formulamiz quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$P = k \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Harorat $t = 1000^{\circ}\text{C}$ bo‘lganda $k = 2,5$ va harorat $t = 1200 \div 1500^{\circ}\text{C}$ bo‘lganda $k = 3 \div 3,5$ qabul qilinadi.

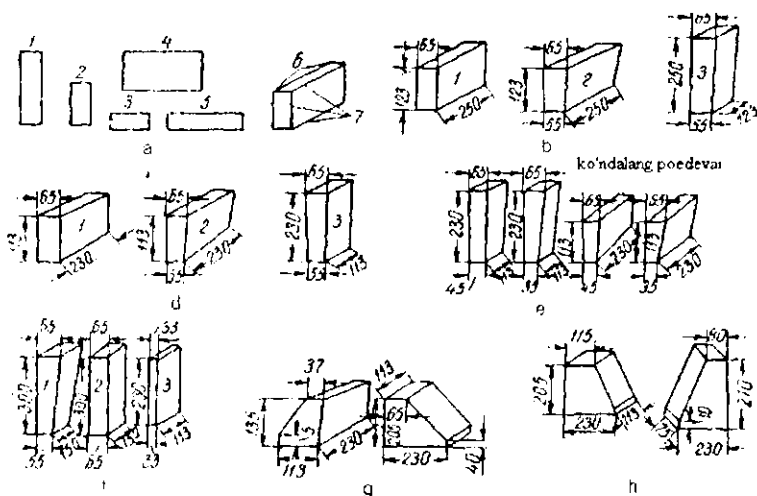
Silindr shaklidagi pechlar to‘liq metall qobiqdan iborat bo‘lib, uning ustida bir necha umuman qalin metalldan tayyorlangan belbog‘lar (bondaj) bilan mahkamlanadi.

Shaxtali pechlar suv yordamida sovitiladi. Shu sababdan pech devorlari atrofida suv harakatlanishi uchun maxsus tayyorlangan moslamalar - kesonlar joylashtiriladi. Kesonlar o‘zaro bog‘liq bo‘lib, (suv harakatlanishi uchun) tashqi metall belbog‘larga mahkamlanadi.

Pechlarning o'tga chidamli g'ishtlardan teriladigan elementari

Pechlarning teriladigan elementlari yoki futerovkasi metallurgik pechlarning eng asosiy qismi bo'lib, uning uzoq vaqt davomida ishlashi, unda boradigan jarayonlarni texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlari futerovkaning sifatiga bog'liqdir. Shu sababli pechlarning futerovkalarini tayyorlashda ishlatiladigan o'tga chidamli g'isht, beton va boshqa materiallarni tayyorlashda, transportirovka qilishda (bir joydan ikkinchi joyga o'chirishda) va saqlashda ma'lum qoida va talablarga qat'iy rioya qilish shart.

Pechlarni teriladigan yoki yig'iladigan elementlariga quyidagilar kiradi: yon devorlari, shipi, tag qismi va har xil tuynuklar. Bu elementlar o'tga chidamli turli shaklga va har xil o'lchamga ega bo'lgan standart g'ishtlardan teriladi. (24-rasm)



24-rasm. Metallurgik pechlarni yig'ishda ishlatiladigan o'tga chidamli g'ishtlarining shakli va standart o'lchamlari.

Pechlar devorlari - tekis yuza hoida yoki radial yuza ho'ida teriladi. Pechlarning devorlariga ishlatiladigan standart g'ishtning o'lchami 230 mm qabul qilingan bo'lib, pechning devorlari texnik

talabga asosan 1, 1,5 va 2 g'isht qilib terilishi mumkin. Metallurgik pechlarning devorlari ikki tomonlama bo'ladi, ya'ni ichki va tashqi. Ichki qismini - futerovka deyiladi. Tashqi qismi – esa asosi deb qabul qilingan.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarning fundamentlari ularning konstruktiv tuzilishi. Pechlarning fundamentini tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar.

2. Metallurgik pechlarning fundamentini tayyorlashda unga ta'sir etuvchi qanday kuchlarni va qanday tashqi ta'sirni inobatga olish kerak?

3. Metallurgik pechlarning asosi - futerovkasi, ya'ni devorlari qanday bo'lishi kerak va qanday g'ishtlardan teriladi?

4. Metallurgik pechlarning shipi - shishaning tuzilishi qanday geometrik shaklda bo'lishi kerak, uni hisoblash formulasini tasniflab bering?

5. Metallurgik pechlarni qoplamalarini vazifasi va konstruktiv tuzilishlari.

6. Metallurgik pechlar qurilishida qo'llaniladigan o'tga chidamli g'ishtlar.

3.3 YOQILG'INI YOQISH MOSLAMALARI

Metallurgik korxonalarda yoqilg'ilarni yoqish jarayoni maxsus qurilma yoki alohida tayyorlangan moslamalarda olib boriladi. Uni amalga oshirish yoqilg'ining yonish nazariyasiga va metallurgik zavodlarning amaliy ishlaridan olingan tajribalariga rioya qilgan holda bajariladi:

1. Yoqilg'ini har tomonlama yonishga tayyorlash (maydalash, suvsizlantirish, qizdirish va h. k);

2. Yoqilg'ini yonish chegarasida uni to'liq havo bilan aralashi-shini ta'minlash;

3. Yonish kameralarida yoqilg'ini to'liq yonib issiqlikni pechlarga uzatilishi;
4. Yonish jarayonida yoqilg'i sarfini boshqarishni yengil va bir maromda bo'lishini ta'minlash;
5. Bajariladigan ishlarni soddaligi va osonligini tashkil etish.

Qattiq yoqilg'ilarni yoqish

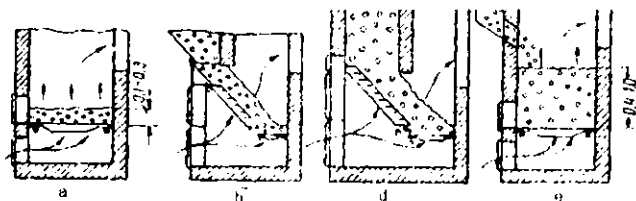
Qattiq yoqilg'ilarga ko'mir, koks o'tin va torf kiradi. Metallurgik pechlarda qo'llaniladigan qattiq yoqilg'ilar ma'lum o'lchamli bo'laklar holida yoki maxsus tayyorlangan kukun holida tayyorlanadi.

Bulakli yoqilg'ilarni yoqish kolosnik panjaralar ustida maxsus kameralarda amalga oshiriladi. Bu kameralar pechlardan alohida bo'lib, issiqlik maxsus yuqori haroratga chidamli materiallardan ishlangan quvurlar orqali pechlarga ulangan bo'ladi (25 - rasm), bunda yoqilg'ini qizdirish uchun pechlardan chiqayotgan texnologik gazlar issiqligidan foydalaniladi.

Qattiq yoqilg'ilarni yoqish uchun moslamalar - yoqish kameralari o'zining konstruksiyasi, ishlash prinsipiga asosan oddiy va mexanizatsiyalashgan bo'ladi.

Qattiq yoqilg'ilarni yoqish kameralari metallurgik pechlardan tashqari alohida kamera holida qurilgan bo'lib, ularni bir g'isht devor ajratib turadi. Rasmda ko'rsatilgandek, qattiq yoqilg'i maxsus tuynuklar orqali kamera ichidagi panjara ustiga berilib turiladi. Panjaraning pastki va ustki qismida (kameraning pechga qarama-qarshi devorlarida) havo kiritish tuynuklari mavjud. Pechdan chiqayotgan yuqori haroratli texnologik gazlar yoqilg'ini qizdirish uchun pastki tuynukdan va yoqilg'ining yonishi uchun havo panjaradan yuqorida joylashgan tuynukdan beriladi.

Yoqilg'i kamera sathida yonib, undan chiqayotgan issiqlik tutash devorlardagi tuynuklar orqali pechning ishchi qismiga haydaladi.



25-rasm. Metallurgik pechlarda qattiq holdagi yoqilg'ilarni oddiy yoqish sxemasi
a-gorizontaal panjarali; b-pog'ona panjarali; d-shixtali; e-gazogeneratorli;

Qattiq yoqilg'i yonishidan hosil bo'lgan chiqindi panjara ostiga yig'ilib vaqti-vaqti bilan tozalanib turiladi.

Qattiq yoqilg'ilarni yondirish kameralarini qurilishida va ishlatish jarayonlarida ahamiyatli joyi shundaki panjara ustidagi yoqilg'i qatlami qalinligi 0,1-0,3 metrdan oshmasligi, yoqilg'ini qizdirish uchun berilayotgan texnologik gazlar miqdori kamraga berilayotgan havoning 10-20% tashkil etishi va uning berilish tezligi 35-60 m/s dan yuqori bo'lmisligi kerak. Bunda kamraga berilayotgan birlamchi havoning bosimi 0 dan to 100 mm. sim. ust. oralig'ida ushlab turiladi. Panjarasi ma'lum burchak ostida joylashgan kameralarda yoqilg'i o'z og'irligi hisobiga panjara ustida erkin harakatlanadi, natijada yonish kamerasi bir me'yorda yonilg'i bilan ta'minlanadi. Yoqilg'ini erkin harakatlanishi va yoqilg'i qatlamining belgilangan qalinligini doimiy ushlab turish maqsadida yondirish kamerasi ichidagi panjara 35-45° li burchak ostida o'rnatiladi.

Bo'lakli yoqilg'ini bunday usulda yondirishda asosiy ko'rsatgich yonish oqimi bo'lib, u kolosnik panjara yuzasi F_m va yondirish kamerasining hajmi V_m orqali aniqlanadi:

$$F_m = \frac{V Q_{inh}}{q_1}$$

bunda: V - yoqilgi sarf, t/soat.

Q - yoqilg'ining issiqlik sig'imi, kkal/kg.

q_1 - yonilg'ining issiqlik kuchlanishi, kkal/(m²/ soat)

qo'ng'ir ko'mir uchun $q = 700 \div 900$; yog'och va torf uchun $q = 1000$.

$$V_m = \frac{VQ_{ish}}{q_2}$$

bunda: q_2 - kamera muhitining issiqlik kuchlanishi, kkal/(m²/soat) oddiy yoqishda $q_2 = 250 - 300$ ga teng.

Oddiy yonish kamerasi asosan ko'l mehnati bilan boshqarilib, kolosnik panjarasining bo'yi 1-2,7 m, eni 0,7-3,5 m va yuzasi 0,7-9 m ga teng, uning yoqilg'i yonishi bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi o'rtacha 0,1-3,0 t/soatni tashkil etadi.

Metallurgik pechlarda bo'lakli yoqilg'ilar past haroratli, kam quvvatli va shaxtali pechlarda ishlatiladi. Bu usulning bir qator kamchiliklari mavjud.

1. Yoqilg'idan olinayotgan issiqlikning ko'p miqdorda behuda sarf bo'lishi;

2. Yonilg'ini kimyoviy va mexanik to'liq yonmasli 3-15% ni tashkil etishi;

3) Haroratni boshqarishning qiyinligi;

4) Yoqilg'ini yonish moslamasi - kamerasining kattaligi.

Kukun holidagi yoqilg'ilarni yondirish moslamalari

Hozirgi kunda metallurgik pechlarda qattiq yoqilg'ining kukunchang holidagi qo'llanilishi keng tarqalgan va kelajakda undan foydalanish yanada rivojlanadi. Bunga sabab:

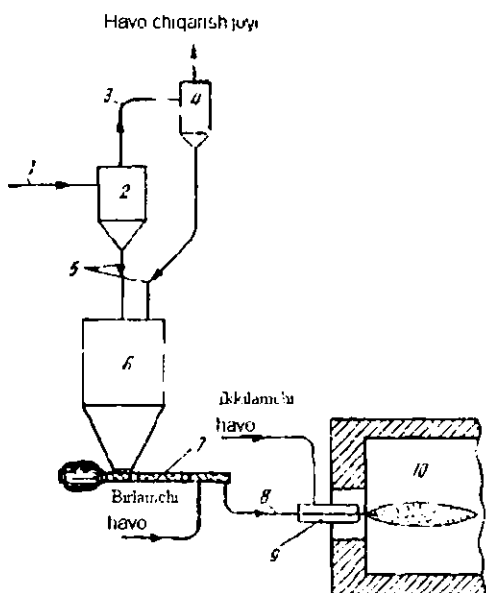
1. Kukun holidagi yoqilg'ilarning tannarxi arzon, saqlanish vaqti chegaralanmagan va nisbatan xavfsiz.

2. Suyuq va gaz holidagi yoqilg'ining kamayib borish va saqlash qiyinligi va h.k.

Kukunli yoqilg'ilar metallurgiyada aylanma barabanli kuydirish pechlarida, qaynar qatlamli yallig' qaytaruvchi va zamonaviy avtogen sharoitida ishlaydigan pechlarda keng qo'llanilib kelmoqda.

Yondirishga tayyorlangan ko'mir kukuni yoki changli aeroaralashma holidagi 15-20 m/s tezlik bilan quvurlar orqali metal-

lurgik pechlarga uzatiladi. Yoqilg'ini yondirish oddiy sxema asosida amalga oshiriladi (26 - rasm).



26-rasm. Metallurgik pechlarda ko'mir changini yoqish sistemasini sxemasi

Siklondan chiqayotgan va filtrda to'plangan yonilg'i changi pech yoniga o'rnatilgan bunkerlarga yig'iladi. So'ngra sarflovchi bunkerlardan shinekli taqsimlovchiga uzatiladi. Taqsimlovchiga bir vaqtning o'zida chang bilan birga birlamchi havo beriladi. Ular o'zaro aralashtirilib, aroaralashma holida pechga o'rnatilgan yondirgichga uzatiladi va u yerda yonish jarayoni boshlanadi.

Kukun - changsimon yoqilg'ilarni yoqish to'g'ridan-to'g'ri pechlarning ichida, ya'ni ishchi hajmida amalga oshirilib, yonish jarayonining intensiv borishi va pechlarni yuqori harorat bilan ta'minlanishi yoqilg'i bilan havoning yaxshi, to'liq aralashishiga bog'liqdir.

yonilg'i havo aralashmasining bosimini h , mm suv ustini bo'lib u quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h = \frac{K}{q}$$

bu yerda: h - yondirgichga beriladigan birlamchi va ikkilamchi havoning tezligi, m/s.

$q = 20 \div 50$ m/s. - yonilg'i havo aralashmasining solishtirma og'irligi kg/m

K - yondirgichning aerodinamik qarshiligini inobatga oluvchi koeffitsient. U yondirgich modellarida tajriba yo'li bilan aniqlanib, 2-10 gacha bo'lishi mumkin.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarda yoqilg'ilarni yoqishda qanday talablarga rioya qilinishi kerak?

2. Metallurgik pechlarda qattiq yoqilg'ilarni yoqish moslamalari qanday konstruktiv tuzilishda bo'ladi va ularni ishlash prinsipi.

3. Bo'lakli qattiq yoqilg'ilarni yondirishga mo'ljallangan ko'losnik panjarasi yuzasini hisoblash qanday ko'rsatgichlarga bog'liq?

4. Kukun holidagi yoqilg'ilar, ulardan metallurgiyada foydalanish istiqboli.

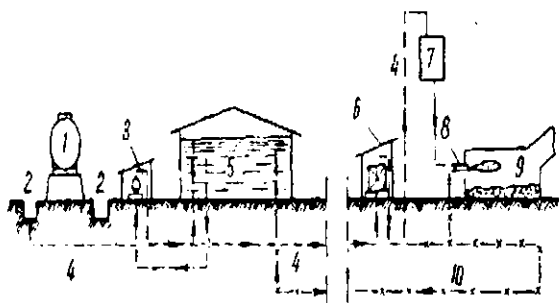
5. Kukun holidagi yoqilg'ilarni yondirishda aeroaralashma nima va uning asosiy texnik ko'rsatgichi.

6. Kukunli yoqilg'ilar yondirish dastgohini qanday ataladi va unga beriladigan nimalarga bog'liq?

3.4 SUYUQ YOQILG'ILARNI YOQISH

Metallurgiyada pechlarda suyuq yoqilg'i turlaridan asosan - mazut qo'llaniladi. Mazut kuydirish, ruda va boyitma eritish, metallarni tozalash pechlarida ishlatiladi. Metallurgik zavodlarga

mazut temir yo'llar orqali sisternalarda keltirilib, zavodlarda maxsus qurilgan va jihozlangan - mazut saqlash xo'jaligida saqlanadi va pechlarga taqsimlanadi. (28-rasm)

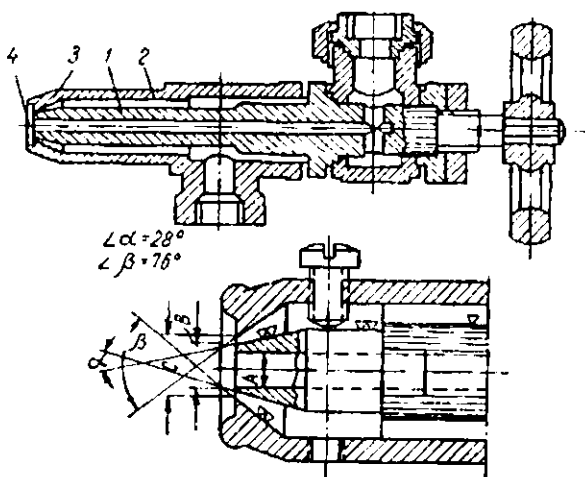


28-rasm. Metallurgik zavodlarda mazut saqlash xo'jaligi sxemasi

Pechlarda mazutni yoqish uchun maxsus moslama - forsunka deyiladi. Forsunkada mazut mayda tomchilarga parchalanib havo bilan to'liq aralashadi, so'ngra yoqilg'i havo aralashmasi ma'lum bosim ostida pechning ishchi qismiga purkaladi. Yoqilg'i - havo aralashmasini purkash usuliga qarab forsunkalar bir necha sinflarga ajraladi, ya'ni mexanik, bug'li, havoli va kombinatsiyalashgan.

Metallurgik pechlarda suyuq yoqilg'ilarni yondirishda yuqori bosimda ishlaydigan forsunkalar keng qo'llaniladi, (29 - rasm).

Forsunkalar yuqori bosimga chidamli metall qotishmalar dan tayyorlanib, ko'ndalang kesimini ko'rganda bir-biriga kiygazilgan ichki 1 va tashqi 2 naydan iborat. Mazut forsunkaning ichki nayiga va havo (yoki bug') tashqi nayga ma'lum bosim ostida beriladi. Yoqilg'i bilan havo forsunka uchida, ya'ni ichki va tashqi naylar ma'lum burchak ostida qisqargan yeri 3 da to'qnashadi. Forsunkaning uchi ichki va tashqi nayga nisbatan keskin kengaytirilgan 4, forsunkaning shu qismida ichki naydan kelayotgan suyuqlik yoqilg'i (mazut) tashqi nayda yuqori bosimda berilayotgan havo (yoki bug') bilan to'qnashib, mayda tomchilarga parchalanadi va pechning ichki kamerasiga purkaladi.



29-rasm. Yuqori bosimda ishlaydigan forsunka sistemasi

Purkalanayotgan ishchi yoqilg'ining bosimi havoli forsunkalarda 0,5 - 8 atmosferada va bug'li forsunkalarda 3-12 atmosferaga teng bo'ladi. Yonilg'ini yondirish uchun 0,8-1,2 m³/kg havo yoki 0,4-0,6 m³/kg bug' sarflanadi.

Sanoatda suyuqlik yoqilg'ilarni yoqishda qo'llaniladigan forsunkalarning bir necha turlari ishlab chiqariladi. Ular davlat standartlari talabiga javob bergan holda o'lchamlari, texnik ko'rsatkichlari va ishlatilish sohalari asosida bir-biridan farq qiladi. Masalan: qora metallurgiyada marten pechlarining yoqilg'ini yoqish sistemasida DMI va UPI markali forsunkalar qo'llaniladi. Ularning boshqa forsunkalardan farqi mazutni bir va ikki bosqichli purkashga moslashtirilgan bo'lib, yoqilg'ini yoqish bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi 3,0 t/soat. Unda yoqilg'i keng ko'lamda tarqalib bir maromda yonadi va pechning yuqori harorat bilan ta'minlaydi.

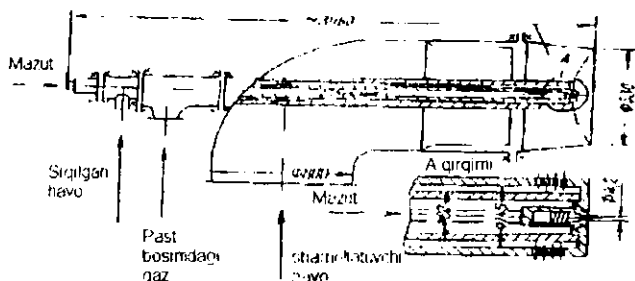
Gaz holdidagi yoqilg'ilarni yoqish

Rangli metallurgiyada pechlarni issiqlik bilan ta'minlashda tabiiy gaz va ikkilamchi yonilg'i gazlari alohida ahamiyatga egadir.

Pechlarni qizdirishda gazli yoqilg'ilardan foydalanish boshqa turdagi yoqilg'ilardan foydalanishga nisbatan ko'p afzalliklarga ega:

Gazli yoqilg'ilarni yoqishda gazli yondirgichlardan foydalaniladi. Ularning yordamida gaz havo bilan aralashtirilib ma'lum aerodinamik ko'rsatkichlar bilan pechning hajmiga purkaladi. Gazli yondirgichlar bir necha turda bo'lib, ular gazni bosimi, gaz bilan havoni aralashtirish va konstruksiyasiga asosan bir nechta sinflarga ajraladi.

Gazning bosimiga asosan yondirgichlar yuqori bosimli – 500 mm suv. ust. dan yuqori bosimda ishlaydi. Past bosimli yondirgichlar esa 80-300mm suv ust bosimida ishlaydi, (30-rasm).



30-rasm. Gaz-mazutli gorelka

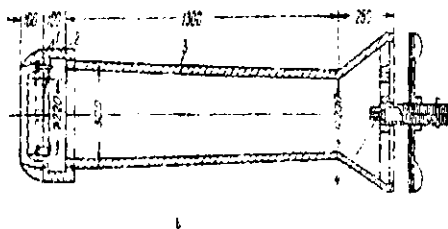
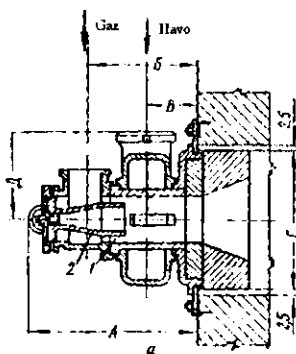
Yondirgichlar gaz bilan havo aralashtirish usuli asosan quyidagicha sinflanadi:

1. Dastlabki aralashtirish, ya'ni gaz yondirgichdan oldin,
2. Aralashtirish gaz yondirgichining o'zida aralashtirish;
3. Gaz - yondirgichdan keyin pechning ichida aralashtirish.

Gaz va havoni dastlabki aralashtirish - yuqori bosimli yondirgichlar uchun qo'llaniladi, chunki yuqori bosimda gaz va havo juda katta tezlikda harakatlanishi natijasida portlash sodir

bo'lishi mumkin. Bunday gazli yondirgichlarning alangasi juda qisqa bo'lganligi sababli ularni alangasiz yondirgichlar deyiladi.

Agar gaz bilan havo yondirgichning o'zida kuchli o'rama hosil qilib aralashsa - bunday yondirgichlarni *trubulent* deyiladi. Gaz bilan havo yondirgichdan chiqishda aralashsa, unda yondirgich *diffuziyali yondirgich* deb ataladi. Ularda alanga uzun bo'lib yonadi. Agar yondirgichdan harakatlanayotgan gaz oqimining kinetik energiyasi hisobiga yondirgichga yoki pechkaga havo so'rilsa, u holda yondirgichlar *injektorli* deyiladi, bo'lsa yuqori bosimda ishlaydigan yondirgichlarga xosdir.



31-rasm. Metallurgik pechlarda gazli yoqilg'ilarni yondirishda qo'llaniladigan yondirgichlarning namunalari

- a) past bosimda ishlaydigan GTN markali trublentli gaz - yondirgich, yondirgich yoqilg'ini yoqish bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi 45-1000 m³/soat; b) yuqori bosimda ishlaydigan injektorli gaz - yondirgich ishlab chiqarish unumdorligi 5-25000 m³/soat.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarni qizdirishda qanday suyuq yoqilg'ilar qo'llaniladi? Metallurgik zavodlarda suyuq yoqilg'ilarni saqlash xo'jaliklari.

2. Suyuq yoqilg'ilarni yoqish uskunalari qanday nomlanadi va ularni ishlash prinsipi.

3. Forsunkalarning texnik ko'rsatkichlari va ularning markalari (sinflari).

4. Metallurgik pechlarni qizdirishda gazli yoqilg'ilardan foydalanishning afzalliklari.

5. Gaz holdagi yoqilg'ilarni yoqish uskunalari qanday nomlanadi va ular qanday sinflarga ajratiladi?

6. Turbulent diffuzion, injektorli - yondirgichlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?

7. Gorelkalar turlari, ularning texnik ko'rsatkichlari va markalari.

3.5 ELEKTR ENERGIYASINI ISSIQLIK ENERGIYASIGA AYLANTIRIB BERUVCHI MOSLAMALAR

Elektr toki yordamida ishlaydigan metallurgik pechlarda elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish pechlarning ishchi hajmida maxsus moslamalar yordamida amalga oshiriladi. Bunday moslamalar pechlarning turiga, tuzilishiga va ishlash sharoitiga asosan turlicha bo'lishi mumkin, ya'ni qarshilikli pechlarga - qizdirish elementlari yoki xususan qarshilik; yoyli, ruda - termik eritish pechlaridir; induksion va dielektr pechlarga - induktor va ishchi kondensatorli pechlar; elektr energiyasi yordamida qizdirishning yangi usullariga - maxsus elektrodlar kiradi. Quyida bu qurilmalar bilan qisqacha tanishib chiqamiz.

Qizdirish elementlari

Qarshilikli pechlarda qizdirish elementlari va qarshiliklar g'oyat og'ir sharoitlarda, yuqori haroratda va pechning ichida qarshiliklar tayyorlangan materiallarni yemirilish tezligi yuqori bo'lgan muhitda ishlaydi.

Elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish jarayoni to'liq borishi va qizdirish elementlarini bir maromda uzoq vaqt

ishlashini ta'minlash maqsadida ular quyidagi sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lish kerak.

1. Qizdirish elementi yuqori solishtirma elektr qarshilikka ega bo'lib, tegishli ko'ndalang kesimli va mumkin qadar cheklangan uzunlikda bo'lishi;

2. Elektr tokini o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lib uzoq vaqt ishlashda o'zgarmasligi;

3. Yuqori haroratga va muhit o'zgarishiga chidamligi;

4. Yuqori haroratda ham mexanik mustahkamligini saqlashi;

5. Yaxshi egiluvchanlik xususiyatiga ega bo'lishi va h.k.

Qarshilik pechlari uchun qizdirish elementlari maxsus standart asosida tayyorlanib, ular nometall va metalli sinflarga ajratiladi. Nometall qizdirish elementlari asosan SiC-korbid, C-uglerod, Si-kriptol, sifatli ko'mir va MoSi-molibden silistinidan naycha shaklida tayyorlanadi. Ularning beradigan harorat darajasi 2000°C va undan ortiq bo'lishi mumkin. Nometall qizdirish elementlarining mo'rtligi, tez oksidlanishi va elektr toki uzatkichlarga ulanishining murakkabligi sababli metallurgik pechlarda cheklangan miqdorda qo'llaniladi.

Metalli qizdirish elementlari rangli va qora metallar qotishmalaridan tayyorlanadi.

Bunday qotishmalarni tayyorlash maxsus talablarga javob bergan holda, aniq standart asosida bo'lishi kerak (2 - jadval).

2 - jadval

Qizdirish elementi materialining turlari va asosiy tasnifi

№	Materiali va markasi	Kimyoviy tarkibi, %	Tavsiya qilinayotgan harorati °C	Qizdirgichning solishtirma elektr qarshiligi, $\Omega \cdot \text{m}$
1	Nixrom X 20N80 (EXN 80)	20-23 Cr, 75-78 Ni, < 1,5 Fe, < 0,15 C	1050-1150	$1,1+8,5 \cdot 10^{-5} t$
2	Nixrom X 20N80 TZ	19-23 Cr, 69-75 Ni, 2-2,9 Ti 0,4-	1100-1200	$1,27+4 \cdot 10^{-5} t$

		1,1 Al, < 2,5 Fe, 0,5 Mn		
3	Nixrom X 15N60 (EXN 6)	15-18 Cr, 55-61 Ni, 22-27 Fe, < 0,15C	900-1000	$1,1+14 \cdot 10^{-5} t$
4	Po'lat X 25N20 S 2 (EI 283)	23-27 Cr, 17-20 Ni, 2-3 Si, 50-53 Fe	850-1000	$0,92+38 \cdot 10^{-5} t$
5	Po'lat EI 595 (mukammal- lashgan qotishma)	21,5-23,5 Cr, 4,3-4,8 Al 0,05 C	1150-300	$1,4+5 \cdot 10^{-5} t$
6	Faxral 131-04 (EI 60)	12-15 Cr, 3,5- 5,5Al, 80-83 Fe, < 0,15 C	750-900	$1,26+6 \cdot 10^{-5} t$
7	Platina	Pt	1200-1300	$0,98+3,86 \cdot 10^{-5} t - 5,68 \cdot 10^{-5} t$
8	Volftram	W	3000	$2,6 \cdot 10^{-5} t + 1,74 \cdot 10^{-5} t$
9	Globar yoki slit	Korborund (SiO)	1200-1400	800-1900
10	Grafit	C	2000-3000	8-13
11	Ko'mir	C	2000-3000	40-60
12	Kriptol	Si	1400-1800	600-2000
13	Molibden disilitsidi	MoSi ₂	1700	0,2-04

Qarshilikli pechlarda ishlatiladigan qizdirish elementlari sim yoki tasma holida bo'lib, quyidagi o'lchamlarda tayyorlanadi: simning diametri - 0,001mm-14 mm, tasmaning qalinligi 0,2-3,2mm, eni esa 6-100mm bo'ladi. Sanoat pechlarida asosan diametri 3-6mm bo'lgan simli va qalinligi 1-2mm, eni 10-20 mm dan kichik bo'lmagan tasmali qarshiliklar ishlatiladi.

Qarshiliklar pechlarning ichki devorlariga spiral (simli qarshiliklar) yoki ilon izi shaklida (tasmali qarshiliklar) mahkamlanadi. (32 - rasm) Spiral tayyorlash uchun diametri 3-7mm bo'lgan simli qarshiliklar ishlatililib spiralning qadami turlicha bo'ladi. Masalan: nixrom - X 20N80 sim uchun $h \geq 2 d$, spiral aylanasing diametri, D (6-8) d va nixrom X 20N80TZ uchun D = (4-6) ga teng.

Pechlar uchun qizdirish elementlarini hisobi material tanlash, qizdirgichning shakli va asosiy o'lchamlari - ko'ndalang kesim yuzasi va uzunligini aniqlashdan iborat. Qizdirish elementlarini o'lchamlarini aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$Pq = \frac{10^5 \rho P_{\text{parametr}}^2}{U^2 \omega}$$

bu yerda: P - qizdirish elementining parametri, mm

q - qizdirish elementining ko'ndalang kesim yuzi, mm.

ρ - tanlangan qizdirgich materialning jarayon harorati davridagi solishtirma elektr qarshiligi, $\text{Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

P_{parametr} - qizdirishning quvvati, kVt

U - qizdirish elementi ulanadigan elektr manbaning kuchlanishi, V

ω - qizdirgich yuzasining solishtirma quvvati Vt/sm^2 (diagram-madan olinadi).

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlarni qanday moslamalar yordamida elektr toki bilan qizdiriladi va bu pechlar qanday nomlanadi?

2. Qizdirish elementlari nima va ularga qo'yiladigan texnik talablar qanday bo'lishi shart?

3. Qizdirish elementlarining turlari, asosiy tasnifi va ularning pechlarda qo'llanilishi.

4. Qarshilikli pechlarda ishlatiladigan qizdirish elementlarning geometrik tuzilish, o'lchamlari va pechlarga joylashtirish sxemasi.

5. Metallurgik pechlarda qo'llaniladigan qizdirish elementlarining asosiy o'lchamlari diametri va uzunligini aniqlash usullari.

6. Qizdirish elementlari texnik ko'rsatgichlarini hisoblashda inobatga olinuvchi asosiy fizik ko'rsatgichlarni tasniflab bering.

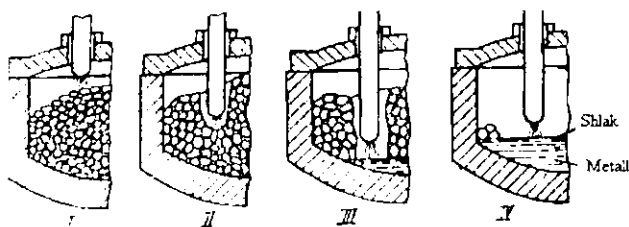
3.6 ELEKTRODLI QURILMALAR

Yoyli va ruda termik pechlarda issiqlik maxsus elektrodلarga berilayotgan elektr energiyasining aylanishi hisobiga ajraladi. O'z navbatida elektrodلar ko'mirdan, grafitdan va metalldan tayyorlangan bo'ladi. Quyidagi jadvalda elektrodلarning asosiy tasniflari keltirilgan.

Elektrodلar turlari	Elektrod diametri, mm	Elektrod uzunligi, mm	Solishtirma elektr qarshiligi, ρ_l , $\text{Om mm}^2/\text{mm}$	Mustahkamlik darajasi, kg/sm^2
Grafitli	75-500	1000-2000	9-14	50-85
Ko'mirli	100-1200	1000-2500	40-70	30-70
Metalli	500-800	1000-3000	-	-

Ko'mirli grafitli va metalldan tayyorlangan elektrodلar asosan xomashyoni (shixtani) eritishda, metallarni va metall qotishmalarni tozalashda keng qo'llaniladi.

Elektrodلar pechlarning ustki qismida maxsus elektrodلarni ushlab turuvchi ustunلarga o'rnatilgan bo'lib, ularni vaqti-vaqti bilan almashtirish uchun sharoitلar yaratilgan. Qora metallurgiyada qo'llaniladigan elektr po'lat eritish pechlار qozoni sifatli bo'lib, elektrodلar pechning qopqog'iga o'rnatilgan. O'z navbatida pech xomashyo bilan yuklanganda pechning qopqog'i bilan birgalikda elektrodلar ham harakatda bo'ladi. Bu esa o'z navbatida pechlarda ishlayotgan mutaxassisلardan yuqori mahorat talab etadi. Quyidagi sxemada elektrodلarni pechlarga joylashtirilishi va ishlash prinsipi ko'rsatilgan.



34-rasm. Elektrodli qizdirgichlarni pechlarga joylashtirish va ishlash printsiplari.

1-erishning boshlanishi; 2- aylana hosil qilib elektrodni pastga tushirilishi; 3-shixta erishining dastlabki bosqichi; 4-shixtaning to'liq erigan holati.

Sxemalardan ko'rinib turibdiki, metallurgik pechlarda qo'llaniladigan elektrodlar shixtani eritish davomida vertikal (yuqoridan pastga) yo'nalishda harakatlanadi. Shuning uchun uning uzunligini tanlash katta ahamiyatga ega. Elektrodning uzunligi uning diametriga bog'liq bo'lib, u quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$d = 0.01 \sqrt{\frac{4I}{\pi \Lambda}}$$

bu yerda I – elektrodga beriladigan tok kuchi, A

Λ – elektrodlardagi tok zichligi, A/cm^2 u tajriba orqali aniqlanadi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada qo'llaniladigan yoyli va ruda-termik pechlarda qizdirish nimani hisobiga amalga oshadi?

2. Metallurgik pechlarda qo'llaniladigan elektrodlar qanday materiallardan tayyorlanadi, ularning o'lchamlari va asosiy texnik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?

3. Yoyli va ruda-termik pechlarda grafitli ko'mirli elektrodlar eritish jarayonida qanday vazifalarni bajariladi?

4. Yoyli po'lat eritish pechida elektrodning ishlash prinsipini sxemada tushuntiring.

5. Grafitli va ko'mirli elektrodلarni tanlashda qanday ko'rsatgichلarga qaraladi hamda uning o'lchami (diametri) ni aniqlash formulasi qanday ifodalanadi?

3.7 METALLURGIK PECHLAR

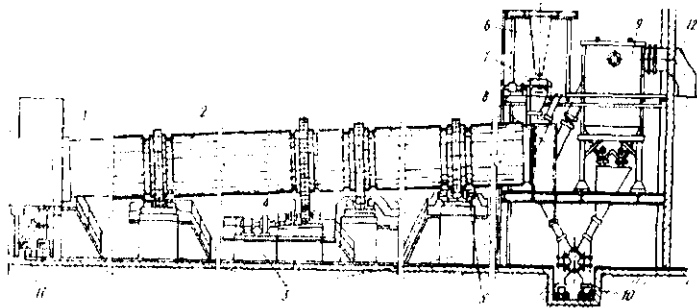
Metallurgiyada xomashyoni eritib metall olishda yuqori haroratda ishlaydigan pechlar qo'llaniladi. Bu pechlarda katta miqdorda issiqlik sarflanib tayyor mahsulot olinadi. Hozirda metallurgik zavodlarda qo'llanilayotgan pechlarning turlari ko'p bo'lib, ularni umumlashtirib to'rtta gurulga ajratish mumkin. Ularga xomashyoni quritish va kuydirish, eritish, metallarni tozalash pechlari misol buladi. Shuningdek texnologik talablarga asosan metallurgik pechlar tuzilishiga va ishlash prinsipiga qarab ham turlicha bo'ladi. Ushbu bobda rangli va qora metallurgiyada keng foydalaniladigan zamonaviy pechlar bilan tanishib chiqamiz.

Quritish va kuydirish pechlari

Metallurgiyada eritishga uzatilayotgan ruda, boyitma (konsentrat) va shixta tarkibini tashkil etuvchi flyuslar namiligini kamaytirish maqsadida uni 110-120°C haroratda maxsus pechlarda quritiladi. Bu maqsadda metallurgik zavodlarda quvur aylanmali pechlar keng qo'llaniladi (35-rasm). Pechning asosi metalldan tayyorlangan silindr shaklida bo'lib uzunligi 30m gacha va diametri 1.5-2m ga yetadi. Pech gorizontga nisbatan 1-2° burchak ostida o'rnatiladi va uning aylanish tezligi 3-5 ayl/min. ni tashkil etadi. Bu o'z navbatida pechdagi quriyotgan materialning pech uzunligi bo'lib harakatlanishini ta'minlaydi.

Pechning ichki qismi uning aylanasi bo'yicha 300mm gacha issiqlikni o'tkazmaydigan asbest va issiqlikka chidamli konusli g'ishtlar bilan qoplangan. Pechdagi materialni aralashtirish maqsadida pech ishchi qismining parametri bo'ylab lappaklar mahkamlangan. Pechni isitish qizigan yoqilg'i gazi yoki tabiiy gaz

va mazutni yoqish hisobiga amalga oshiriladi. Rangli metallurgiyada quvur aylanmali pechlar dastlabki xomashyoni kuydirish va oraliq mahsulotlarini qayta ishlashda ham qo'llaniladi.



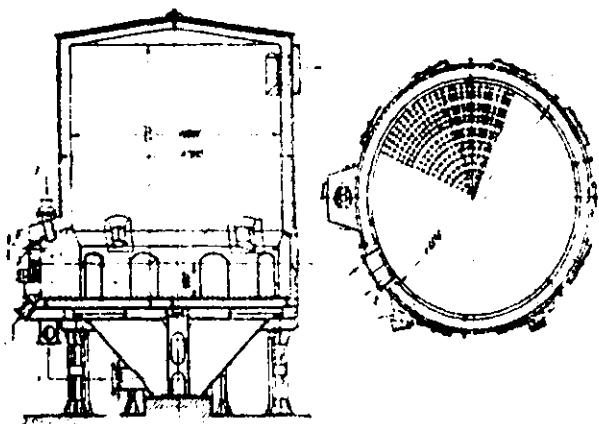
35- rasm. Quvur aylanmali quritish pechi.

1-yoqilg'i yoqish bo'lini; 2-pechning asosi; 3- fundament;
4-elektrovigatel va harakatli uzatgich; 5-tayanch g'altaklari; 6-shixta uchun bunker; 7-shixtani taqsimlovchi; 8- o'tkazgichli kamera; 9- siklonli chang tutgich; 10- 11-transportyor; 12-gaz harakatlanuvchi yo'lak.

Metallurgiyada qayta ishlanayotgan xomashyoga qo'yiladigan texnologik talablarga asosan oksidlovchi, sulfidlovchi va xlorlovchi kuydirishlar mavjud. Bu jarayonlarni amalga oshirishda metallurgik zavodlarda ko'p tubli va qaynar qatlamli pechlar hamda aglomeratsion mashinalardan foydalaniladi. Qaysi bir turdagi kuydirish dastgohini tanlash xomashyoning turi, moddiy tarkibi, olinadigan tayyor mahsulotning keyingi qayta ishlash jarayonidagi kerakli xususiyatlariga, dastgohning kam energiya sarf qilishi va ishlab chiqarish unumdorligiga asoslangan.

Qaynar qatlamli pechlar – rangli metallurgiya sulfidli ruda va boyitmalarni oksidlovchi kuydirishda keng foydalanilani kelmoqda Chunki uning ishlab chiqarish unumdorligi yuqori bo'lib, tashqaridan issiqlik berilishi talab etilmaydi.

Aksincha pechning ishchi hajmidagi harorat xomashyo tarkibidagi sulfidli minerallarni shiddatli oksidlanishi (yonishi) hisobiga ajrayotgan issiqlik (ekzotermik reaksiya) hisobiga amalga oshadi



36-rasm. Sulfidli boyitmalarni kuydirish uchun qaynar katlamli pech

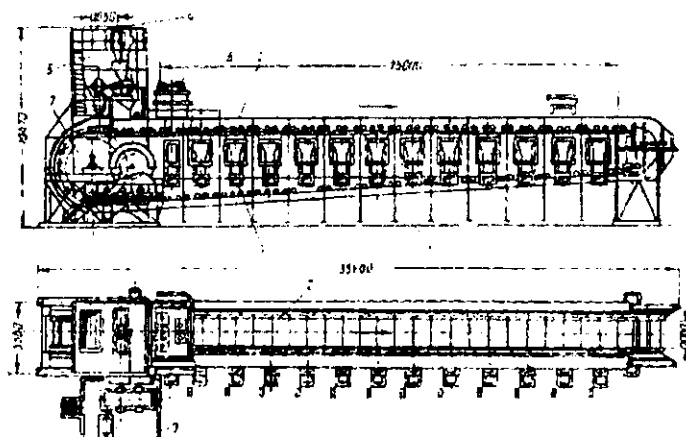
Qaynar qatlamli pechlar vertikal holatda silindr shaklida bo'lib, diametri 5-7m, balandligi 7-12m va ostki qismining yuzasi 20-40m² ni tashkil etadi (36-rasm).

Pechning bir sutka davomidagi ishlab chiqarish unumdorligi ostki qismining yuzasi bo'yicha 3,5-6 t/m² ni tashkil etadi. Pechning bunday nomlanishiga sabab, yirikligi 0,074-0,2 mm bo'lgan boyitma pechning ishchi hajmida uning tagidan ma'lum bosimda berilayotgan havo hisobiga hamisoli qaynayotgan qatlamga o'xshash xarakterlanadi.

Pechning asosiy qalinligi 10-16mm bo'lgan temirdan tayyorlangan bo'lib, uning ichki qismi o'tga chidamli loy va shamotli g'isht bilan qoplangan.

Pechning ishchi hajmini kislorodga to'yingan havo bilan ta'minlash maqsadida uning tag qismining butun yuzasi bo'ylab 800 dan 1000 tagacha naychalar joylashtirilgan.

Aglomeratsion mashinalar — qora va rangli metallurgiyada boyitmalarni (konsentrat) kuydirib aglomeratlar tayyorlashda foydalaniladi. Aglomeratsion mashinalar tasmali va aylana shaklida bo'ladi. Metallurgiyada tasmali aglomeratsion mashinalar keng qo'llaniladi.



37-rasm. Aglomeratsion mashina.

1-karkas; 2-qutili aravachalar; 3-havo soʻrish kamerasi; 4-shixta yuklash boʻlimi; 5-shixtani qutilarga joylashtirish; 6-yondirish kamerasi; 7-mashinani harakatga keltiruvchi dvigatel;

Aglomeratsion mashina uzunligi 35-40 m boʻlgan poʻlat tasmaga maxsus qutilar joylashtirilgan boʻlib, tasma zanjirli konveyr kabi harakatlanadi (37-rasm). Qutilarning ichki qismi panjara bilan tugab, pastki qismi konus shaklida boʻshliqdan iborat boʻlib, havo surishga yoki berishga moslashtirilgan.

Mashinaning boshlanish qismida (yaʼni qutilar ustida) shixta yuklash moslamasi va shixtani yondirish uskunasi joylashtirilgan. Qutilarga toʻldirilgan shixta oʻt olish kamerasidan oʻtadi. Bunda shixta tarkibidagi koksni hisobiga alanga oladi va shu tariqa unda yuqori haroratdagi issiqlik vujudga keladi.

Yonish va oksidlanish jarayonini davom ettirish maqsadida qutilarga havo beriladi yoki pastki qismdan havo soʻriladi. Bu oʻz navbatida havo soʻrish yoki purkash orqali amalga oshiriladi. Tasmaning harakatlanishi boʻylab mashinaning oxirgi qismigacha quyish va aglomeratsiyalash jarayoni amalga oshiriladi. Hosil boʻlgan mahsulot konveyer burilishi hisobiga aglomerat qolipdan koʻchiriladi.

Aglomerat mashinasidagi tasmaning harakatlanish tezligi 1-4 m/min ni tashkil etadi. Uning uzunligi 6 metrdan 75 metrgacha bo'lishi mumkin. Mashinaning mahsulot bo'yicha umumiy ish hajmi 6-300 m² ni tashkil etadi. Uning ishlab chiqarish unumdorligi qora metall konsentratlari uchun 32 t/m² sutkani, rangli metall boyitmalari uchun 18 t/m² ni tashkil etadi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada nima maqsadda xomashyo va mahsulotlarni quritish va kuydirish jarayonlariga tadbiq etiladi?
2. Quvur aylanmali pechlarning qo'llanilishi, ularning texnik tasnifi, ishlash prinsipi.
3. Quvur aylanmali pechlarni qizdirishda qo'llaniladigan yoqilg'i turi va pechlarda issiqlik almashish jarayoni hamda issiqlik balansi.
4. Metallurgiyada sulfidli boyitmalarni oksidlovchi kuydirish uchun qo'llaniladigan pechni misol keltiring va nima uchun qaynar qatlamli pech deyiladi?
5. Qaynar-qatlamli pechlarning konstruktiv tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
6. Qaynar-qatlamli pechlarni qizdirishda qanday yoqilg'idan foydalaniladi va pechda issiqlik almashuvi jarayonini qanday tasavvur etasiz?
7. Metallurgiyada aglomeratsion mashinaning qo'llanilish sohalari va undan olinadigan mahsulotlar.
8. Aglomeratsion mashinaning tuzilish va ishlash prinsipini tushuntirib bering.

3.8 ERITISH PECHLARI

Metallurgiyada eritish pechlari alohida o'rin tutadi. Chunki ularda quritish va kuydirish jarayonlarida olingan tayyorlangan xomashyoni eritib xomaki metall olinadi. Metallurgiyada qo'lla-

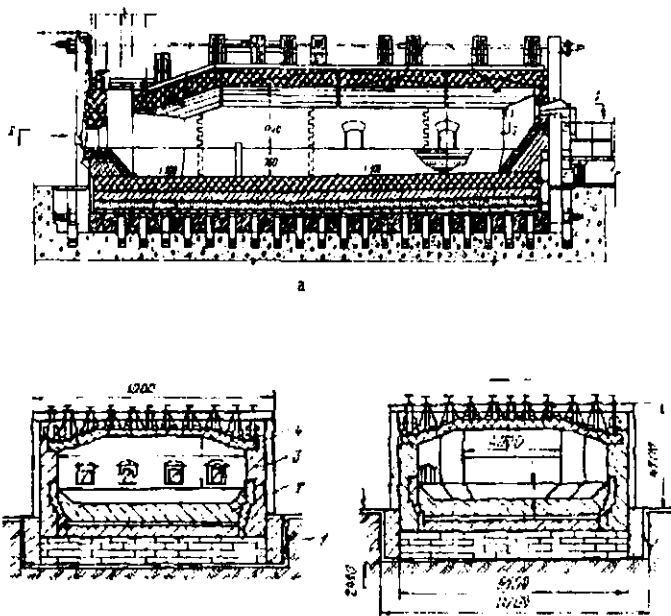
niladigan eritish pechlarining turlari ko'p bo'lib ularni tan-lash va qo'llash qayta ishlanayotgan mahsulotning moddiy tarkibi-ga va texnologik talablarga asoslangan holda amalga oshiriladi.

Hozirgi kunda zamonaviy metallurgiya zavodlarida eritish pechlarining bir necha turlari qo'llanilib kelinmoqda. Shu bilan bir qatorda amaliyotda ko'p yillardan buyon foydalanilayotgan samaradorligi yuqori bo'lgan pechlar ham metallurgik korxona-larda mavjuddir. Ularga yallig' qaytaruvchi pechlar, shaxtali pechlar, marten pechlari misol bo'lib, ular zamonaviy kislorod alangali eritish pechlari, ruda-termik pechlar, elektr po'lat eritish pechlari bilan birgalikda ishlatilib kelinmoqda.

Yallig' qaytaruvchi pech - ishchi qismida yongan alanganing issiqligini pechning linza shaklidagi shipidan qaytarilib, eritilayotgan shixtaga uzatilishi hisobiga shunday nomlangan.

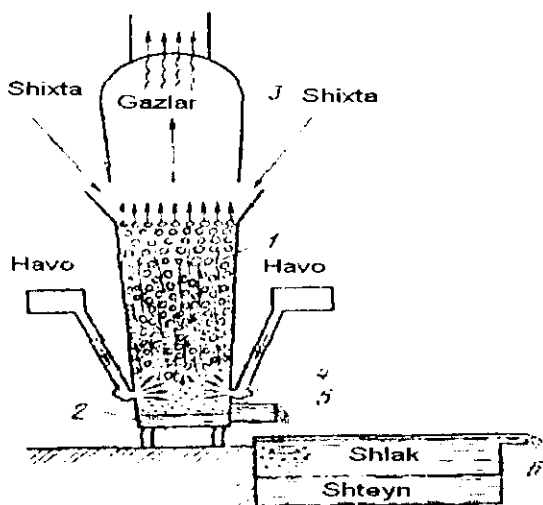
Yallig' qaytaruvchi pechlarning mis, nikel metallurgiyasidagi aso-siy agregatlardan biri bo'lib hisoblanadi. Ular rudalarni va kam miqdorda metalli va sulfidli minerali bo'lgan boyitmalarni eritishda konverter shlaklarini qayta ishlashda qo'llanilib kelmoqda.

Yallig' qaytaruvchi pechlarni asosi (fundamenti) bir necha qavatdan iborat bo'lib, uning qalinligi 2-4 metrni tashkil etadi. Ustki qismi devorlari bir necha qator o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan bo'lib, qalinligi 0,75-1,5 metrgacha yetadi. Pech butun parametri bo'ylab temir balkalar bilan mahkamlanib tortiladi. Texnologik talablarga asosan yallig' qaytaruvchi pechlarning uzunligi 5 metrdan 30 metrgacha, eni 2 metrdan 6 metrgacha bo'lishi mumkin. Uning yuzasi 300-400m² ni tashkil etadi. Pechning bir yon boshidan o't yoqish forsunkasi o'rnatilgan bo'lib, ikkinchi yonboshidan texnologik gazlar ajralib chiqadi (38 - rasm).



38 - rasm. Yallig'qaytarish pechi
1-fundament; 2-lished; 3-devori; 4-svod (pechning shifti)

Shaxtali eritish pechlari metallurgiyada yirik ruda, aglomerat va briketlarni eritishda keng foydalaniladi. Xususan shaxtali pechlar qo'rg'oshin, nikel metallurgiyalarida qo'llanilib kelinmoqda. Shaxtali pechlar vertikal holda joylashtirilgan bo'lib, uning yuqori qismidan xomashyo yuklanadi. Pastki qismidan esa yoqilg'i yondirilib beriladi. Bunda eriyotgan material bilan qizigan havo bir-biriga qarama-qarshi harakatlanadi. Shaxtali pechlarning bunday ishlashi uni doimiy shixta bilan yuklanib metall olishni ta'minlaydi. Bu o'z navbatida issiqlikni tejalishi bilan xarakterlanadi. Bu jarayon quyidagi sxemada ko'rsatilgan (39 rasm).

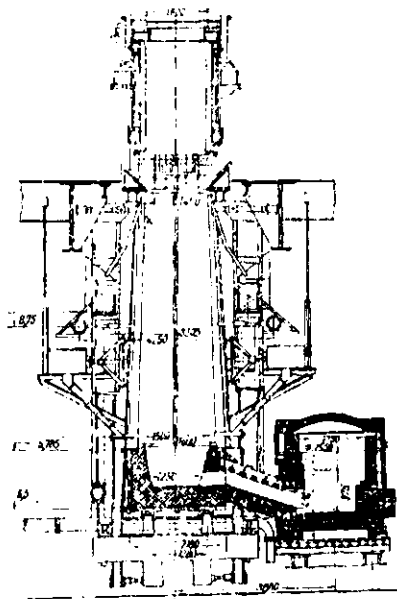


39 - rasm. Shaxtali pechning ishlash sxemasi.

1-pech; 2-ichki gorn; 3-koloshnik; 4-furma; 5-erish jarayoni mahsuloti oqib tushadigan tarnov; 6-mahsulot (shlak, shteyn) yig'ilish gorni.

Shaxtali pechlarning afzallik tomoni quyidagilardan iborat: yuqori ishlab chiqarish unumdorligi ($30-120 \text{ t/m}^2/\text{sutka}$), desulfurizatsiya darajasining yuqoriligi ($30-80\%$), pechda issiqlik energiyasidan foydalanish koeffitsientining yuqoriligi $40-60\%$, yoqilg'i sarfining kamligi, eritilayotgan massaga nisbatan $3-30\%$ ni tashkil etadi.

Shaxtali pechlar quyidagi qismlardan tashkil topgan: fundament, lished, ichki gorn, koloshnik ustidagi qurilma, havo va suv sistemasi shixta yuklash va mahsulot ajratish qurilmalaridan iborat.



40 - rasm. Oksidlangan nikel rudalarini tiklovchi sulfidli eritish uchun shaxtali pech.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada qo'llaniladigan qanday eritish pechlarini bilasiz va ulardan olinadigan mahsulotlarni tasniflab bering.
2. Yallig' qaytaruvchi pechning tuzilishi, asosiy texnik ko'rsatkichlari va qizdirish usullari, ularda issiqlik almashuvi.
3. Shaxtali eritish pechining tuzilishi, ishlash prinsipi va ishlatilish sohalari, issiqlik almashuvi jarayonlari.
4. Pechlar ishining issiqlik balansini deb nimaga aytiladi va uni hisoblashda asosiy ko'rsatkichlari qanday?
5. Shaxtali pechlar qanday afzalliklarga ega va uni qora metallurgiyada qo'llaniladigan qaysi pechlar bilan taqqoslash mumkin?

3.9 AVTOGEN JARAYONIDA ISHLAYDIGAN PECHLAR

Keyingi yillarda rangli metallurgiyada energiya tejamkor bo'lgan avtogen sharoitida ishlaydigan pechlar qo'llanila boshlandi. Avtogen sharoitida ishlaydigan pechlarni isitish xomashyo tarkibidagi oltingugart (S) va sulfidli minerallarning (MeS) yonishi natijasida ajralgan issiqlik hisobiga amalga oshiriladi.

Bunday pechlarga kislorod mash'al, suyuq vannada eritish pechlari (Vanyukov jarayoni), konverterlar va h.k. kiradi.

Kislorod - mash'al pechda (KMP) eritish. KMP jarayoni dunyoda ikkita zavodda qo'llaniladi: Kanadaning «Kopper-Klif» va Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida. Jarayon «avtogen» nomini olgan bo'lib, tashqaridan yoqilg'i va elektr energiya sarflanmaydi. Kerak bo'lgan issiqlik miqdori qayta ishlanayotgan shixta tarkibidagi sulfidlarni yonishidagi ekzotermik reaksiyalar natijasida hosil qilinadi.

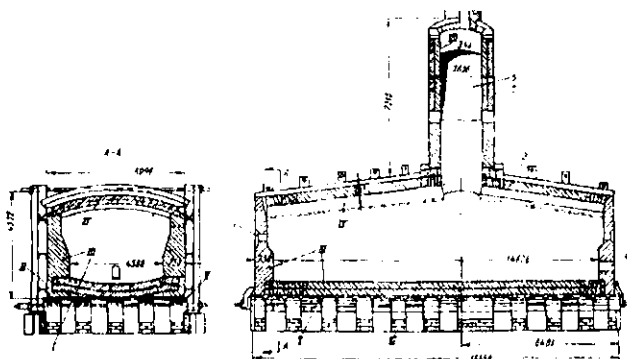
Olmaliq mis zavodida KMP jarayoni 1968 - yildan beri qo'llaniladi. Pechning hajmi 580 m^3 , foydali maydoni 120 m^2 , solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi - 12 t/m sutkasiga. Bir sutkada pech 2000 t shixtani qayta ishlashga imkoni bor.

KMP jarayonida oqib o'tadigan moddalarning fizik-kimyoviy o'zgarishlar natijasida shteyn va shlak paydo bo'ladi. Asosiy o'zaro bog'lanishlar mash'al hajmida oqib o'tadi.

KMP jarayonini amalga oshurishning qat'iy sharti - shixtani o'ta quritishdir. Quritilgandan so'ng, shixtaning namligi 0,5% dan ko'p bo'lmazligi kerak, chunki bundan namroq shixta yirikroq bo'lib, KMP talabiga javob bermaydi.

Shixta komponentlari pech ichida bir necha soniya davomida uchar holatida bo'lishi shart. Ana shu uchish holatida zarrachani butun sirti bo'yicha oksidlanish reaksiyasi o'tib, KMP jarayoni amalga oshiriladi.

Pechning tuzilishi. Pechni fundamenti monolit temir-betondan tayyorlangan. Fundamentning ustiga qalinligi 50 mm bo'lgan cho'yan plitalar joylashtirilgan. Plitalarga betondan tayyorlangan qatlam qo'yilgan (41- rasm).



41- rasm. Mis boyitmasini eritishga mo'ljallangan kislorod mash'al pechi.
1- kislorodli gorelkalar o'rnatiladigan joy; 2-gaz chiqish joyi; 3- pech; 4- apteyk

Pechning ishchi tagi (leshed) uch qator olovbardosh g'ishtdan yasalgan: eng pasti-eni 230 mm bo'lgan shamot, o'rta qismi -- 230 mm magnezitoxromit va ichki ishchi qatlami 460 mm bo'lgan magnezitoxromit g'ishtdan tayyorlangan. Pechning yon tomoni magnezitoxromit g'ishtdan yasalib, eni 810 mm, bosh va oyoq tomonlarining qalinligi 920 mm. Pechni ustki qismi (shipi) 460 mm qalinlikdagi magnezitoxromit g'ishtdan tayyorlangan.

Pechni mustahkamlash uchun eni 15 mm bo'lgan po'lat kojux, 55 nomerli qo'shtavr va 55 mm li po'lat tyagalar ishlatiladi.

Shlak pechdan 2 ta suv bilan sovutiladigan misdan yasalgan leyka orqali shlakovozlarga chiqariladi. Shteyn shpur va sifonlar orqali kovshga quyiladi, kovshlardagi shteyn mostovoy kran bilan konvertorga quyiladi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada avtogen jarayonlar deb qanday texnologik jarayonni tushunasiz?

2. Avtogen jarayonlar qaysi metallurgiyada va qanday jarayonlarda qo'llaniladi?

3. Dastlabki xomashyoni avtogen eritishda qo'llaniladigan pech qanday nomlanadi, uning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?

4. Avtogen jarayoni uchun issiqlik miqdori nima hisobiga va qanday yetkazib beriladi?

5. Mis shteynlarini qayta ishlashda qanday avtogen jarayon qo'llaniladi va unda qo'llaniladigan pechning nomlanish, ishlash prinsipi.

6. Chet el metallurgik zavodlarida avtogen eritish agregatlari haqida qanday ma'lumotlarni bilasiz?

3.10 ELEKTR ENERGIYASIDA ISHLAYDIGAN PECHLAR

Elektr eritish pechlari – rangli metallurgiyada qotishmalar, metallarni olishda va xomashyoni eritishda qo'llaniladi. Hozirgi paytda rudalarni elektr eritishda rangli metallurgiyada quyidagi turkumdagi pechlar qo'llanilmoqda:

- jarayonda boradigan kimyoviy jarayonlarga asosan oksidlovchi va tiklanuvchi elektro-eritish;

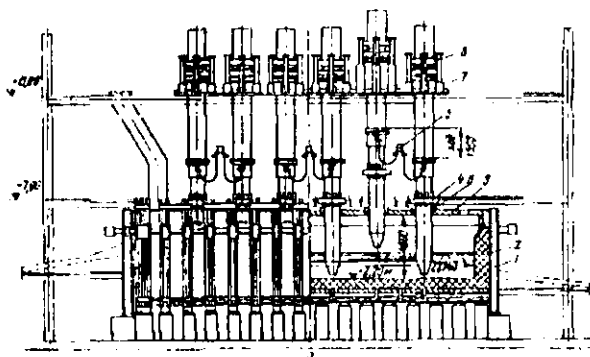
- xomashyoni eritish jarayoniga tayyorlash bo'yicha: ruda va boyitmalar uchun kuydirilgan materiallarni maydalangan materiallarni aglomerat va briketlarni;

- oxirgi mahsulot bo'yicha: shteynga xomaki metall olishga;

Barcha elektr eritish pechlari 3 yoki 6 ta elektroddan tashkil topgan bo'lib, pechning geometrik ko'rinishi to'g'ri to'rtburchak va silindr shaklida bo'lishi mumkin. Bunday pechlarni ruda - termik pechlar deb ham nomlanadi.

Bu pechlarning asosiy texnik ko'rsatkichi issiqlikning foydalanish koeffitsientini 60-80% gacha, vanna ichidagi haroratni 1500-1700°C gacha ko'tarishi mumkin.

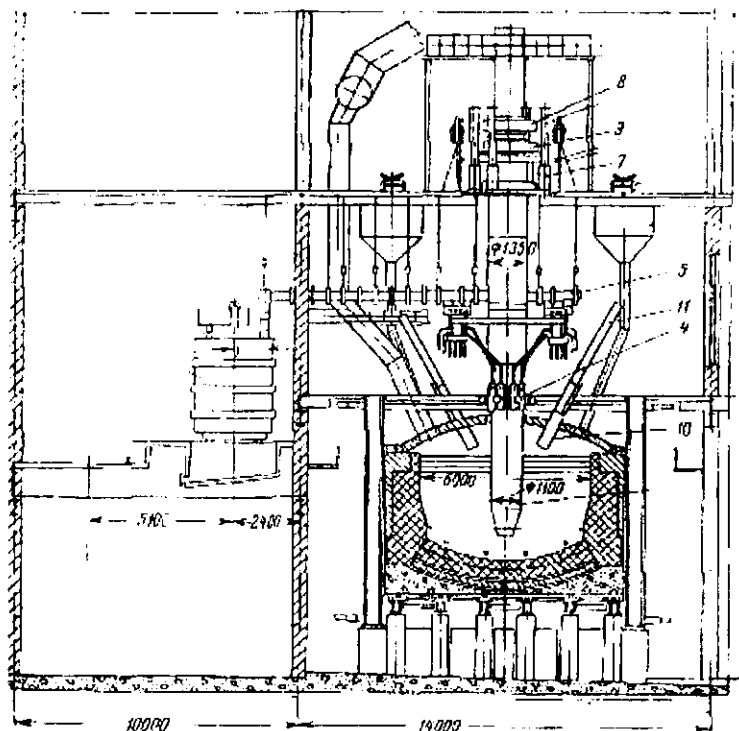
Pechlar devorining qalinligi 900-1200 mm gacha bo'lib, u o'z navbatida 3-4 qator magnezitli, xrommagnezitli va shamotli o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan. Pechlarning asosi metall ustunlar bilan mahkamlangan bo'lib, texnika xavfsizligini ta'minlash uchun zarur.



42-rasm. Ruda-termik pechining ko'rinishi

Pechlarning elektrodleri grafitdan, yoki tozalangan ko'mirdan tayyorlangan bo'lib, ularning uzunligi 800-1400 mm gacha boradi. Elektrodlar maxsus uskunalariga o'rnatilgan bo'lib ular gidro-ko'targichlar yordamida pechning ishchi hajmiga avtomatlashgan va mexanizatsiyalangan boshqaruv orqali tushiriladi.

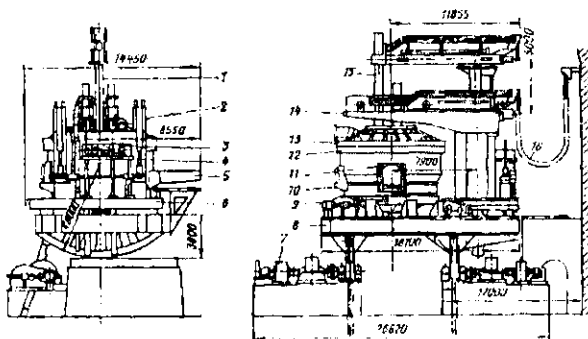
Rangli metallurgiyada ko'p hollarda silindr shaklidagi ruda-termik pechlar qo'llaniladi. Uning o'ziga yarasha bir qator qulaylik tomonlari mavjud. Ulardan biri elektr pech kichkina yuzani egallaydi, uni boshqarish har tomonlama qulaydir.



43 - rasm. Mis - nikel ruda va boyitmalarni eritish uchun to'g'ri to'rtburchak shaklidagi elektro-pechlar.

1- elektrodarni ko'targich; 2-futrovka; 3-ship; 4-kontakt shneklar;
5-shinopaketlar; 6-elektrodlar qoplamasi; 7-elektrodlarni harakatga keltiruvchi gidro ko'targich; 8-9-ustki va ostki prujinalar – elektrodalarni o'rnatish uchun; 10,11–shixta yuklash qismi;

Hozirgi kunda qora metallurgiyada yoyli po'lat eritish pechlari keng qo'llanilib kelinmoqda. Bu pechlarning ishlab chiqarish unumdorligi yuqori bo'lishi bilan bir qatorda ularni boshqarish to'liq avtomatlashtirilgan. Quyidagi rasmda yoyli po'lat eritish pechining umumiy ko'rinishi berilgan.



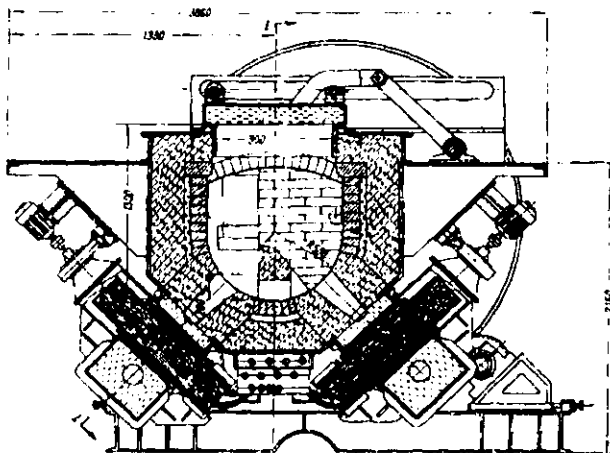
44 - rasm. DSP 200 markali yoyli po'lat eritish pechi.

1-elektrodlarni mahkamlash sistemasi; 2-vertikal ustun; 3-elektrodlarni harakatga keltiruvchi mexanizm; 4-pech shipini ko'taruvchi mexanizm; 5-nasos; 6-aylanuvchi tumba; 7-pechni harakatlantiruvchi mexanizm; 8-lulka; 9-aylashtirish mexanizmi; 10-11 ishchi ko'zgu; 12- pechning asosi; 13-shipning karkasi; 14-portal; 15-elektronlar; 16-egiluvchan kabel.

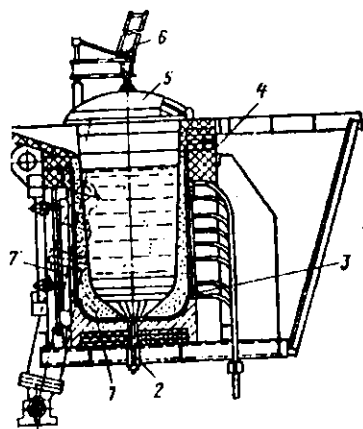
Pechning asosiy qismlari quyidagilardan iborat: pech ikkita mustahkam balkaga o'rnatilgan bo'lib, u butun konstruksiyani ko'tarib turadi. Pechning ustki qismiga harakatlanuvchi shiftidan iborat bo'lib, uni harakatga keltirish uchun maxsus mexanizm bilan ta'minlangan.

Undan tashqari pech yonboshiga $45-60^\circ$ burilish imkoniyatiga ega. Bu esa jarayonda olingan mahsulotni kovshlarga quyish imkonini beradi. Pechning ichki qismi 500-800 mm gacha o'tga chidamli materiallar bilan qoplangan. Pechga elektrodlar o'rnatish alohida ahamiyatga ega. Chunki bu elektrodlar jarayon davomida vertikal – yuqoridan pastga va aksinchi harakatlanadi.

Rangli va qora metallurgiyada xomashyoni eritish va xomaki metallarni tozalashda zamonaviy hisoblangan induksion pechlar qo'llaniladi. Bu pechlar asosan alyuminiy metallurgiyasida, mis va qo'rg'oshin metallurgiyasida, po'lat ishlab chiqarishda samarali hisoblanadi.



45 - rasm. Xomaki misni tozalash uchun mo'ljallangan ILK-6 markali indukcion pechning ko'rinishi.



46 - rasm. IST markali po'lat eritishga mo'ljallangan indukitson pech.
1-futerovka; 2-jarayonning borishini ko'rsatuvchi datchik; 3-induktor; 4-asos
va karkas; 5-qopqoq; 6-qopqoqni ko'taruvchi mexanizm; 7-pechni harakatga
keltiruvchi mexanizm;

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgiyada elektr eritish pechlari qanday maqsadlarda ishlatiladi va ularning turlari?

2. Rangli metallurgiyada qo'llaniladigan ruda-termik pechlari qanday konstruktiv tuzilishga ega? Ularning tuzilishidagi asosiy qismlarining ishlash printsiplari.

3. Qora metallurgiyada qo'llaniladigan yoyli po'lat eritish pechi qanday konstruktiv tuzilishga ega?

4. Yoyli po'lat eritish pechini ishlash prinsipini va unda issiqlikning paydo bo'lishi hamda almashishini tushuntiring.

5. Qora va rangli metallurgiyada induksion elektr pechlari qanday maqsadida qo'llaniladi, ularning ishlash prinsipi va ularda issiqlik almashuvi qanday amalga oshadi?

3.11 PECHLARNING GAZ AYLANISH SISTEMASI

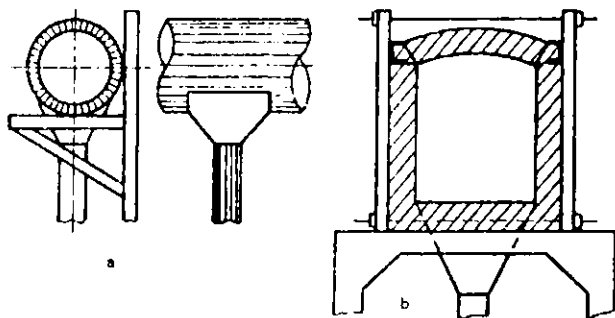
1. Gazlarning harakatlanish yo'lagi va tutun tortish karkasida metallurgik pechlar ishlashi davomida juda ko'p miqdorda chiqindi – texnologik gazlar ajralib chiqadi. Hatto ularning miqdori pechlardagi qattiq va suyuq materiallarning miqdoridan ham ortiq bo'ladi. Masalan: bitta kuydirish pechi bir sutka davomida 150-250 t qattiq shixtani qayta ishlaydi va jarayon davomida 500 t (yoki 200-400 min/m) texnologik gazlar ajraladi. Rangli metallurgiyadagi pechlardan chiqayotgan gazlar quyidagicha xarakterlanadi: 1. Yuqori darajada changlilik 1 dan 400 g/m³ gacha, bu o'z navbatida shixta massasining 0,5-50% ini tashkil etadi. 2. Katta miqdorda oltingugrt angidridi gazining borligi 0,5-10%; 3. Chiqindi gazlarni yuqori haroratga (300-1300°C) egaligi, bu esa o'z navbatida umumiy issiqlikni 20 -70% ini tashkil qiladi.

Texnologik gazlarning tasnifidan ko'rinib turibdiki, ularni texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va sanitariya normativlari nuqtaiy nazaridan chang va gazlardan tozalash, hamda ular bilan yo'qoqadigan issiqlikdan oqilona foydalanish talab etiladi.

Texnologik gazlardan changlarni, tutish, oltingugurtoksidi va angidrididan tozalash, chiqayotgan issiqlikni jarayonga qaytarish va shu kabi jarayonlar pechlarning gaz aylanish sistemasida amalga oshiriladi. Bu sistemaga 1. Gaz harakatlanish yo'lagi; 2. Tutun haydash quvuri va tutun tortish uskunas; 3. Gazlarni tozalash uskunalar; 4. Issiqlikni qaytarish sistemasi kiradi.

Metallurgik pechlarda gaz harakatlanish yo'lagi odatda aylana holida va to'g'ri to'rtburchak ko'rinishda bo'ladi. (47- rasm)

Aylana gaz yo'lagining qalinligi 3 – 7 mm bo'lgan temir qoplamali bo'lib, ichki qism shamotli yoki kislotaga chidamli g'ishidan teriladi. Uning diametri 1 metrdan 6 metrgacha bo'ladi va gaz bilan kelayotgan changlarni chiqarib olish uchun gaz yo'lagi bo'ylab bunkerlar qilinadi. Aylanma gaz yo'lagi maxsus ustunlarga, sexning devorlariga malakamlanadi.



47 - rasm. Metallurgik pechlarda gaz harakatlanish yo'lagi.

To'g'ri to'rtburchak shaklidagi gaz yo'lagi asosan alangali pechlarda qo'llanilib, ularni shamotli, kislotaga chidamli va qurilish g'ishtlarini kombinatsiyalab teriladi.

Gaz yo'lagi germetizatsiyasini ta'minlash maqsadida uni tashqi tomonidan suvaladi. To'rtburchak shakldagi gaz yo'laklarining o'lchami 0,5 metrdan 8 metrgacha va balandligi 1 metrdan 4 metrgacha bo'ladi. U temir beton yoki metall estakadalarga ayrim hollarda esa to'g'ridan - to'g'ri yerga teriladi.

Gazlarning harakatini boshqarish maqsadida uning yo'nalishiga issiqlikka chidamli materialdan shiberlar o'rnatiladi. Shiber asosan metallardan tayyorlangan bo'lib, suv bilan sovitish sistemasi moslashtirilgan. Bu esa o'z navbatida shiberni yuqori haroratli sharoitda uzoq vaqt mobaynida ishlashini ta'minlaydi.

Tutun tortish karnagi g'ishtdan temir betondan va temirdan yasaladi. Rangli metallurgiyada tutun tortish quvurlarining uzunligi 50–180 m, ichki diametri esa 1 metrdan 10 metrgacha bo'ladi. Tutun tortgichlarning balandligi asosan 100 metrgacha bo'ladi, temir betonli tutun tortgichlardan o'tayotgan gazning harorati 300–400°C dan oshmasligi kerak.

Tutun tortgichlarni yig'ish bevosita va bilvositada sxema asosida quriladi. Bilvosita asosida qurilgan tutun tortgichlarda gazlar uning butun ichki yuzasi bo'ylab to'g'ridan - to'g'ri harakatlanadi.

Bilvosita sxema bo'yicha esa gaz avval diffuzorga tushib soviydi va toza havo bilan aralash haydalib, quvurlarga uzatiladi. Bunday sxemada ajralib chiqayotgan gazning harorati 300–400°C va uning tarkibida zaharli moddalar bo'lganda to'planadi.

Gazlarni tozalash uskunalari rangli metallurgiya sohasida qo'llaniladigan pechlardan ajralib chiqayotgan gazlarning tarkibida ko'p miqdorda changlar uchraydi. Bular shixtadagi mayda zarrachalar bo'lib, gaz oqimi bo'ylab yuqori tezlik bilan harakatlanadi. Rangli metallar xomashyosi eritilayotgan pechlardan chiqayotgan changlar shunisi bilan qimmatliki uning tarkibida ma'lum miqdorda qimmatbaho metallar bo'ladi.

Rangli metallurgiyada changlarni tutish uchun chang tutgichlarning quyidagi turlari qo'llaniladi.

1. Chang ushlaydigan kameralar;
2. Inersion kameralar;
3. Filtrlovchilar;
4. Nam holda chang tutgichlar;
5. Elektr filtrlar;
6. Kombinatsiyalashgan chang tutgichlar.

Turli chang tutgichlarning bir - biridan farqi va baholash texnologik gazlar tarkibidagi changlarni tutush darajasi, ya'ni

gazlarni tozalash darajasi h bilan belgilanadi, tozalash yoki tutish darajasi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$h = aV_1 - CV_2 / aV_1$$

bu yerda: a va C - chang tutgichga kelayotgan va undan chiqayotgan gazdagi changning miqdori, g/m^2 .

V_1 va V_2 chang tutgichga kelayotgan va undan chiqayotgan gazlarning hajmi (normal sharoitda), m^3/s

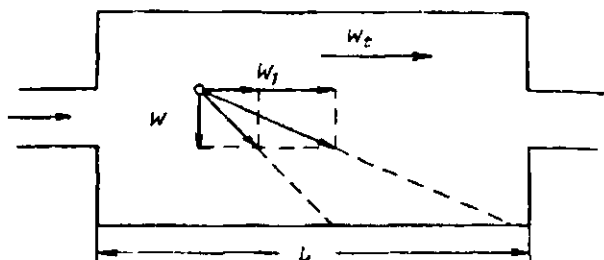
Chang tutish kameralari changlarni og'irligi hisobiga to'plashga muljallangan kamerada o'tayotgan gaz tarkibidagi chang zarrachalari quyidagi kuchlar ta'sirida bo'ladi. Gorizantal - inersion kuch, vertikal - og'irlik kuchi va unga qarama - qarshi kuch va qarshilik o'rtasida gidrostatik bosimlardir.

Bu kuchlar ta'sirida chang zarrachasi ikki xil tezlikka ega bo'ladi, ya'ni gorizantal w_1 - bu tezlik taxminan kamerada harakatlanayotgan gaz tezligiga w_1 - ga tengdir va vertikal tezlik $w_{tushish}$ chang zarrachasining yirikligiga bog'liq. Agar bu tezliklarni qo'shadigan bo'lsak, chang zarrachasining natijaviy tezligi ma'lum burchak ostida bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, w ning qiymati qanchalik kichik bo'lsa natijaviy tezlik burchagi shunchalik o'sadi ya'ni chang zarrachasi kamera tubiga qarab harakatlanadi. Bundan xulosa qilib aytish mumkinki, chang tutish kameraning ishiga ta'sir qiluvchi asosiy gazning gorizantal tezligi bo'lib, kameraning ko'ndalang kesimining ortishi w_t - qiymatining kamayishiga olib keladi. Odatda gazlar yo'lak bo'ylab harakatlanayotganda uning tezligi 6 - 10 m/s va gaz, chang tutish kameralarida texnologik gazlarning tezligi 0.5 - 2 m/s deb qabul qilinadi.

Texnologik gazlarning harakat tezligini o'zgartirish, gaz tutish kameraning o'lchamlari: balandligi H va uzunligi L ni o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Kamerani loyihalayotganda shuni inobatga olish kerakki, uning balandligidan bir muncha 2,5 - 5% ortiq bo'lishi kerak, kameraning uzunligi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$L \geq H / w_{tushish} \cdot w_{t,m}$$

Formuladan ko'rinib turibdiki kameraning uzunligi gazlar harakatining tezligi bilan uning balandligiga bog'liq.



48 - asm. Chang tutish kamerasining sxemasi

Chang tutish kameralari to'g'ri to'rtburchak yoki ko'ndalang silindr shaklida bo'lib, balandligi eni 2 -12 metr va uzunligi 10 - 80 metrni tashkil qiladi. Ularning ichki qismi issiqlikka chidamli, g'ishtlar va betondan tayyorlangan material bilan qoplanadi. Kameraning ostgi qismiga changlarni yig'ish uchun bunker va gaz-metr zatvor joylashtiriladi. Chang tutish kameralari oddiy gaz tozalagich hisoblanib, unda yig'ilgan chang zarrachalarning o'lchami 10-20 mikrometr, katta bo'lakli changlardan tozalash darajasi $\eta = 50 \div 60\%$, kameraning germetizatsiyasi 5-10 mm.suv.ust. ni tashkil etadi va harorat 100°C dan 1000°C ga, undan ham yuqori haroratda bo'lgan gazlar bilan ishlaydi kameraning yagona kamchiligi uning kattaligida ya'ni katta maydonni egallaydi.

Inersion chang tutgichlar gaz bilan birga harakatlanayotgan changlarni inersion kuchi hisobiga tutiladi. Inersion chang tutgichlarning bir necha turlari uchraydi: siklon, siklonlar batareyasi, jalyuzali chang tutgichlar. Siklonlarning ishlash prinsipi - aylanma harakatlanayotgan zarrachani markazdan qochish inersion kuchiga asoslangan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, 20 - 25 m/s tezlik bilan kelayotgan gaz siklon ichida o'rama sifat aylanma harakat qilib pastga tushadi. Changdan tozalangan gaz yuqori tezlikda harakatlanib asosiy quvurdan chiqib ketadi.

Siklonlarning ishlashida asosiy inobatga olinadigan ko'rsatgich markazdan qochish kuchi R_s bo'lib, u bir qator kattaliklarga bog'liq:

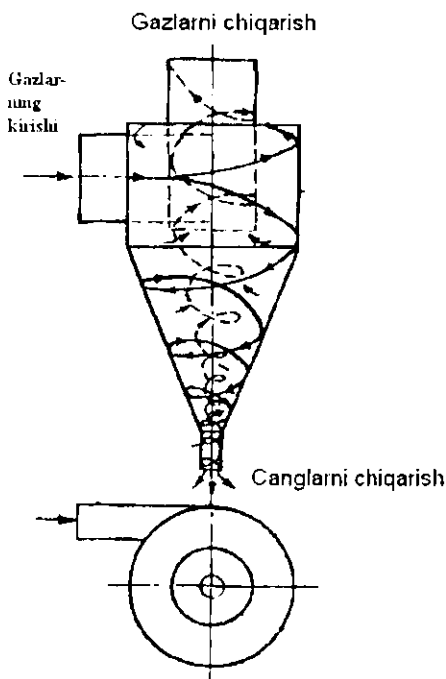
$$R_s = m \omega^2 r / g$$

Bu yerda: t – gazlarning siklon ichida aylanma bo‘ylab harakatlanish tezligi, m/s.

m – chang zarrachalarining massasi kg ($\text{kg} \cdot \text{s}/\text{m}$).

r – gazlar harakatlanayotgan aylanmaning radiusi, u siklonning radiusiga teng, m.

Siklonlar qalinligi 4–8 mm bo‘lgan po‘latdan tayyorlangan bo‘lib, turli tashqi ko‘rinishga va o‘lchamlarga egadirlar.



49-rasm. Siklonlarning umumiy ko‘rinishi

Siklonlarni tanlashda tozalanishi kerak bo‘lgan texnologik gazning hajmi va uning tarkibidagi chang zarrachalari yirikligi inobatga olinadi. Agar gazning hajmi katta bo‘lsa, u holda ular siklonlar batareyasida tozalanadi. Siklonlar batareyasi diametri

uncha katta bo'lmagan (0,1–0,4 m) bir nechta siklonlardan tashkil topgan bo'lib, uning gazlarni tozalash ko'rsatgichi yuqoridir. Batareyali siklonlarning changlarni tutish darajasi oddiy siklonlardan yuqori, ya'ni changdan 80–95% tozalanadi.

Jalyuzali chang tozalagichlar gaz tarkibidagi chang zarrachalarini to'g'ri chiziqli induksion kuchidan foydalanib, ularni tutishga asoslangan. Jalyuzalarning tuzilishi juda sodda bo'lib, temir listlardan tayyorlanadi. Ular gaz harakatlanish yo'lagi-ga o'rnatilib, jalyuzlar to'g'ri silindr, konusli silindr va to'g'ri to'rtburchak shaklda bo'lib uning devorlari panjara holida. ichkariga bukilgan bo'ladi. Bunda jalyuzadan o'tayotgan gaz panjaralarga urilib o'z harakatini o'zgartirishi natijasida ikkiga ajraladi asosiy gaz massasi – tozalangan (10%) va ikkilamchi changga boy (90%) gaz oqimi, texnologik gazlarning harorati 400 °C bo'lganda ham ishlaydi.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Metallurgik pechlardagi gaz harakatlanish bo'lagi qanday ko'rinishlarda uchraydi va ularga izoh bering?
2. Metallurgiya sohasida qanaqangi chang tutish qurilmalari qo'llaniladi?
3. Chang kameralaridagi harakatlanayotgan chang zarrachalari necha xil tezlikka ega bo'ladi va ularga izoh bering?
4. Chang kameralarining uzunligi qaysi formula asosida topiladi?
5. Silindrlarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

3.12 METALLURGIYADA IKKILAMCHI ISSIQLIKDAN FOYDALANISH

Metallurgik pechlarda katta miqdordagi issiqlik, uning ishchi hajmidan chiqayotgan gazlar, shlaklar va pechning turli qismlarini sovitish sistemalaridagi suv bilan yo'qoladi. Ushbu yo'qolayotgan

issiqlik pechlar ishida sarflanayotgan umumiy issiqlikning katta qismini tashkil etib, u quyidagicha taqsimlanadi; texnologik gazlar bilan 30–50%, shlaklar bilan 10-30% va sovitish sistemalarida 5–20%. Pechlar ishida yo‘qalayotgan issiqlikdan samarali foydalanish, korxonada sezilarli darajada energiyaning tejallishini ta‘minlaydi. Xususan bu issiqlik metallurgik korxona ishi uchun zarur bo‘lgan issiq suv va suv bug‘ini tayyorlashga sarflanadigan yoqilg‘i hamda elektr energiyasini tejash imkonini beradi. Bu esa o‘z navbatida metallurgik zavodlarda ikkilamchi issiqlik resurslaridan unumli foydalanish yo‘lida har qanday korxona oldidagi global texnikaviy va iqtisodiy vazifalardan biri bo‘lib hisoblanadi.

Pechdan chiqayotgan gazlarning fizik-kimyoviy issiqligidan foydalanish katta ahamiyatga ega. Ulardan foydalanishni quyidagi usullarda amalga oshirish mumkin.

- Rekuperatorlarda va regeneratordlarda havo hamda gaz holidagi yoqilg‘ilarni qizdirishda;

- Utilizator - qozonida issiq suv yoki suv bug‘ini olishda;

- Jarayonga berilayotgan shixtani isitishda.

Metallurgik pechdan olinayotgan (chiqayotgan) erigan shlak issiqligidan suvni isitish uskunalarida samarali foydalaniladi. Pechning sovitish sistemasidagi issiqlikdan esa issiq suv va suv bug‘i olishda foydalanish mumkin.

Gaz yoqilg‘ilarini (suyuq va gaz holidagi yoqilg‘ilar) qizdirilgan holida berilishi, pechning issiqlik ishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi. Ya‘ni pech ishchi hajmidagi haroratning ko‘tarilishiga, yoqilg‘i sarfini kamayishiga va issiqlikdan foydalanish koeffitsientining ortishiga olib keladi. Metallurgik pechlardan ajralayotgan ikkilamchi issiqlikdan foydalanishda issiqlikka va agressiv gazlarga kimyoviy chidamli qurilmalar hamda dastgohlar qo‘llaniladi. Ularga rekuperatorlar, utilizator qozonlari misol bo‘ladi.

Rekuperator - bu, bir – birining orasiga joylashtirilgan ikkita alohida naydan tashkil topgan bo‘lib, pechdan chiqayotgan gazlarni sovitishda qo‘llaniladi. Ularda gaz va havoning harakatlanish tizimiga ko‘ra rekuperatorlar uch xil sxema asosida ishlaydi, ya‘ni to‘g‘ridan - to‘g‘ri, qarama - qarshi va ayqash harakatlanish usullaridir.

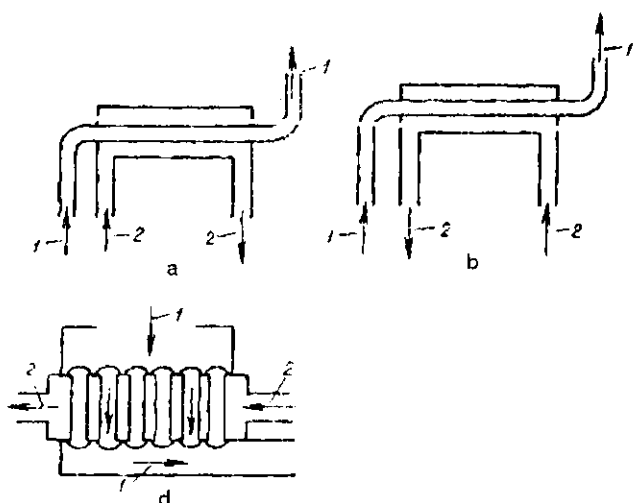
Rekuperatorlar metallardan va keramikadan tayyorlangan bo'lad. Metall rekuperatorlar kichik xajmda bo'lib, yuqori issiqlik koeffitsientiga ega qurish va ekspluatatsiya qilishga kam sarf – harajat talab etadi. Metall rekuperatorlarning asosiy kamchiliklari, ularning agressiv (SO_2 , SO_3 , Cl , NO_3 , va hokazo) tezda korroziyaga uchrashi va havoni isitish haroratining cheklanganligidir. Jumladan legirlangan po'latdan tayyorlangan rekuperatorlarda havoni $300\text{--}350^\circ\text{C}$, cho'yandan tayyorlanganda esa $400\text{--}450^\circ\text{C}$ va issiqqa chidamli po'latdan tayyorlangan rekuperatorlarda $600\text{--}800^\circ\text{C}$ gacha isitish mumkin. O'z navbatida keramikalangan rekuperatorlarda havoni $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ ga qizdirish imkoni bo'lib, ular uzoq vaqt davomida ishlaydi. Chunki keramikali rekuperatorlarning devorlari qalin bo'lishi bilan birga ular agressiv gazlarga chidamlidir.

Keramikadan tayyorlangan rekuperator bir qator kamchiliklarga ega, bular issiqlik almashinishi koeffitsientining kichikligi, mo'rtligi, nihoyatda hajmdorligi va konstruksiyasining murakkabligidir.

Konstruktiv tuzilishiga ko'ra metallardan tayyorlangan rekuperatorlar quyidagicha bo'ladi: ignasimon, termoblokli, nayli, plastinali, radiatsion va kombinatsiyalashgan metallurgiyada asosan quvurli va radiatsion rekuperatorlar qo'llaniladi.

Nayli rekuperatorlar silliq po'lat quvurlardan yasalgan turli konstruksiyada bo'lib quvurlar diametri $15\text{--}100$ mm gacha va ular devorlari qalinligi $2\text{--}5$ mm gacha bo'ladi. Yirik diametrli rekuperatorlarning quvurlari vertikal holda joylashgan bo'lib, ikki - uch qismdan (seksiya)dan) tashkil topadi. Bunday rekuperatorlarda havo tashqi quvurdan, qizigan gaz esa ichki quvurdan harakatlanadi.

Radiatsion rekuperatorlar $1100\text{--}1600^\circ\text{C}$ haroratli chiqayotgan gazlar bilan ishlashda qo'llaniladi. Bunda issiqlik uzatilishi nurlanish orqali sodir bo'ladi. Bu jarayonda nurlanish gaz qatlamiga bog'liq bo'lib, uning harakatlanish tezligiga bog'liq bo'lmaydi. Radiatsion rekuperator devorlari qizigan havo ta'sirida $100\text{--}130^\circ\text{C}$ gacha qizishi kuzatiladi.



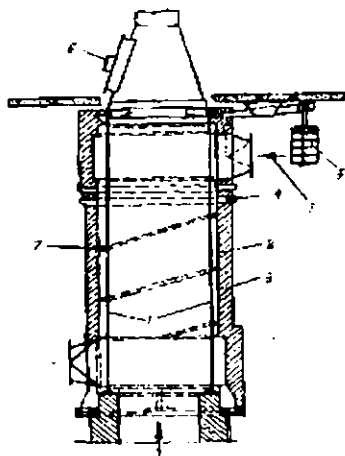
50-rasm. Rekuperatorlarda issiqgaz va havoning harakatlanish sxemasi:
 a - to'g'ridan - to'g'ri harakat; b - qarama - qarshi harakat; d- ayqash harakat:
 1 - pechdan chiqayotgan issiq gazning harakat yo'nalishi; 2- isitilayotgan havoning harakat yo'nalishi.

Bu holat boshqa rekuperatorlarga nisbatan uzunig afzalligini ko'rsatadi. Shuni ta'kidlash kerakki, radiatsion rekuperator devori issiqqa chidamli po'latdan tayyorlanadi. buning natijasida 1600°C haroratli pechdan chiqayotgan gazlarni rekuperator bo'ylab o'tkazish imkoni tug'iladi.

Radiatsion rekuperatorlar gazlarning harakatlanishiga deyarli qarshilik qilmaydi, chunki uning gidravlik qarshiligi 5–7 mm.suv.ust dan oshmaydi. bu esa tutun tortish qurilmasiga ehtiyoj qoldirmaydi. Radiatsion rekuperatorlarning konstruktiv tuzilishiga qarab 3 turga bo'linadi. Bular: silindrik, savatsimon, va spiralli ko'rinishlardir. Bular orasida eng keng tarqalgani silindrik rekuperator hisoblanadi. Shu turga mansub rekuperator 51 - rasmda ko'rsatilgan.

51 – rasmda ko'rsatilganidek, rekuperator 4–6 mm bo'lgan issiqqa chidamli po'latdan yasalgan 2 ta konsentrik silindrdan iborat.

Ichki silindrda pechdan chiqayotgan gaz o'tsa silindrlar orasidan esa qizigan havo harakatlanadi. Ichki silindr diametri 0,6–1,6 m ni tashkil qilsa, ikki silindr orasi esa 10–70 mm dan iborat bo'ladi.



51- rasm. Silindrik radiatsion rekuperator

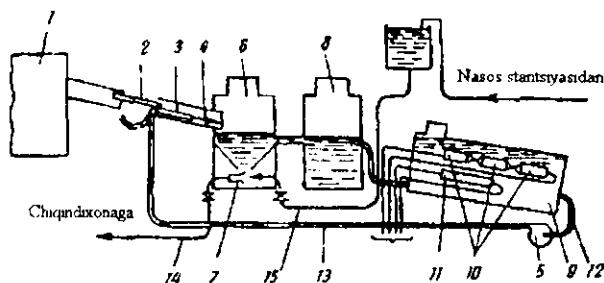
1-ichki polat silindr; 2-tashqipo'lat silindr; 3-issiqlik izolyatsiya qoplami;
4-kompensator; 5-qarshi ogirlik; 6-tutin tozalash oynasi; 7-havoni
yo'naltirgich.

Radiatsion rekuperatorlar shartlangan, ya'ni chiquvchi gazlar 1 m/s, havoning tezligi 20–50 m/s bo'lgan sharoitda ishlaydi bunaqangi sharoitda gazlardan havoga issiqlik uzatilish koeffitsienti $20\text{--}25 \text{ kkal}/(\text{m}^2/\text{s})$ bo'lishini ta'minlaydi. Radiatsion rekupe-ratorlarning birdan bir kamchiligi; harorati $700\text{--}800^\circ\text{C}$ bo'lgan pechdan chiqayotgan gazlardan foydalanish imkonining yo'qligidir.

Bug'li utilizator qozonlari - bu qurilma asosan yalliq qaytaruv-chi, rafinirlovchi, va kuydiruvchi kabi pechlarga o'rnatiladi. Odat-da bu tabiiy yoki majburiy aylanadigan suv quvurli qozondir. Utilizator qozonlarining ishlash davomiyligi va turg'unligini oshi-rish uchun unga qo'shimcha maxsus qurilmalar o'rnatiladi. Bu qurilmaning nomi ekranli forkamera deb yuritiladi. Bu qurilmada

gaz va chang zarrachalari yon devorlarga tegmasdan, ularning qisman sovishi kuzatiladi. Faqatgina shundan keyin quvur tizimi bilan bog'lanishi mumkin, buning natijasida sovigan chang zarrachalari ucha olmay qoladi.

Utilizator qozonlari doimiy ravishda ishlaydigan pechlardan chiquvchi gazlarning harorati $500 - 800^{\circ}\text{C}$ dan past bo'lmagan sharoitda samaraliroq ishlaydi.



52- rasm. Metallurgiyada ikkilamchi issiqlikdan foydalanishda shlak granularini ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

Suyuq shlaklar issiqligidan - 80°C gacha issiq suvlar olish uchun ishlatish mumkin. Yallig' qaytaruvchi va elektr erituvchi pechlardan chiqadigan chiqindi shlaklarning issiqligidan foydalanish qurilmasining harakatlanish sxemasi 52 — rasmda keltirilgan.

Bundan ko'rish mumkinki, harorat $1200-1300^{\circ}\text{C}$ bo'lgan suyuq shlak granulatlovchi tarnovga kelib quyiladi, bu tarnovdan to'g'ri suvga tushadi va suv yordamida granulyatsiyalanadi. Granulyatsiyalangan shlak isigan suv yig'iladigan kalonnada to'p-lanadi. Bu yerdan isigan suv, tindirgichga quyiladi, bundan keyin maxsus idishga yuboriladi. Bu maxsus akkumulyatorli idishda 10-11 issiqlik almashtiruvchi batareyalar joylashgan, uning vazifasi shundan iboratki, yuvinish va isitish tizimidagi foydalanadigan suvning doimiy aylanib turishini ta'minlaydi. Buning natijasida bir yil mobaynida bitta zavodning yuvinish va isitish tizimi uchun ketadigan 3500 t ko'mirni tejashga erishish mumkin.

O'zlashtirish uchun savollar

1. Pechlardan chiqayotgan gazlarning fizik-kimyoviy issiqligidan foydalanish, qanday usullar mavjud?
2. Rekuperator nima va unga izoh keltiring?
3. Rekuperator turlarini keltiring va ularning ishlash printsipini aniqlang.
4. Utilizator qozonlari haqida ma'lumot bering.
5. Utilizator qozonlarining ishlash printsipi.

ADABIYOTLAR

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида. - Т.: Ўзбекистон, 1997. - 315 бет.
2. Филимонов Ю.П. и др. Металлургическая теплотехника Т. II - М.: Металлургия, 1994. - 519 с.
3. Диомидовский Д.А. Металлургические печи цветной металлургии. 3-е изд. - М.: Металлургия, 1987. 107с.
4. Кривандин В.А, Марков Б.Л. Металлургические печи. 3-е изд. - М.: Металлургия, 1992.- 380 с.
5. Егоров А.В. Электроплавильные печи черной металлургии. - М.: Металлургия, 1990. - 280 с.
6. Китаев Б.И. и др. Теплообмен в шахтных печах. 2- изд. - М.: Металлургия, 1987. - 240 с.
7. Кутеладзе С.С. и др. Справочник по теплоподаче. 2-е изд. М.: Энергоиздат, 1989. - 390с.
8. Стригин И.А и др. Основы металлургии Т.I.- М.: Металлургия, 1981. - 340с.
9. Гудима Н.В, Шейн Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. - М.: Металлургия, 1987.- 534
10. Н.И.Уткин Металлургия цветных металлов. -М.: Металлургия 1985. - 440 с.
11. Мечов В.В. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1991.- 413 с.
12. Куприяков Ю.П Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. - М.: Металлургия, 1989. -150 с.
13. Сизов В.А. Газодинамика и теплообмен газовых струй в металлургических процессах. - М.: Металлургия, 1987.-256 с.
14. Справочник теплоэнергетики предприятий и цветной металлургии. Под ред. О.Н.Багрова - М.: Металлургия, 1989.- 455 с.
15. H.Mining Journal - 1986 vol. 296 № 7685 - P. 3

MUNDARIJA

Kirishi.....	3
I Metallurgiyada issiqlik texnikasining roli.....	5
1.1 Metallurgiyada issiqlik texnikasining roli va rivojlanishi.....	5
1.2 Metallurgik pechlarning kompleks nazariyasi to'g'risida umumiy ma'lumotlar.....	9
1.3 Metallurgik pechlarda materiallarni fizik-kimyoviy o'zgarishi.....	15
1.4 Gazlar va materiallarni harakatlanishi.....	21
1.5 Gaz harakatlanishiga qarshilik, eritmalaridagi gazlarning harakati.....	28
II Metallurgik pechlarda issiqlik jarayoni harakati	34
2.1 Metallurgik pechlarda issiqlik almashish jarayoni asoslar.....	34
2.2 Turli metallurgik pechlarda issiqlik almashuvi.....	38
2.3 Metallurgik pechlarning issiqlik balansi.....	44
2.4 Yoqilg'ilarning umumiy tasnifi va ularning asosiy xossalari..	50
2.5 Suyuq holdagi yoqilg'ilar.....	55
2.6 Yonish nazariyasi elementlari.....	57
2.7 Metallurgik pechlarni elektr energiyasi yordamida qizdirishning asoslari.....	62
2.8 Aralash elektr qizdirgichlar.....	67
III Metallurgik pechlar va uning asosiy qismlari	72
3.1 O'tga chidamli materiallar va metallurgik pechlarning asosiy qismlari.....	72
3.2 Pechlarning asosiy qismlari.....	78
3.3 Yoqilg'ini yoqish moslamalari.....	82
3.4 Suyuq yoqilg'ilarni yoqish.....	88
3.5 Elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirib beruvchi moslamalar.....	93
3.6 Elektrodli qurilmalar.....	98
3.7 Metallurgik pechlar.....	100
3.8 Eritish pechlari.....	105
3.9 Avtogen jarayonida ishlaydigan pechlar..	109
3.10 Elektr energiyasida ishlaydigan pechlar.....	111
3.11 Pechlarning gaz aylanish sistemasi.....	116
3.12 Metallurgiyada ikkilamchi issiqlikdan foydalanish.....	122
Adabiyotlar.....	129

Muharrir

A. Ziyadov

Bosishga ruhsat etildi 15.12.2010 y. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 7,68. Nuxsasi 50 dona. Buyurtma № 402

TDTU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh,
Talabalar ko'chasi 54. tel: 246-63-84.