



A.A. Yusupxodjayev, D. Aribjonova, G. Beknazarova, B. Karimjonov

PO‘LAT ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

DARSLIK

Toshkent - 2020

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

A.A. Yusupxodjayev

D.Ye. Aribjonova

G.B. Beknazarova

B.R. Karimjonov

PO'LAT ISHLAB CHIQARISH
TEXNOLOGIYASI

O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlari 5310300 "Metallurgiya" ta'lim
yo'nalishi talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Tashkent – 2020



UO'K 669.18(075.8)

KBK 34.327ya73

P 99

Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi [Matn] : darslik /
A.A.Yusupxodjayev [va boshq.]. - Toshkent : Shafot Nur Fayz, 2020. -
240 b.

"Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi" fani metallurgiya fanlaridan biri bo'lib, metallar, qora va rangli metallurgiya haqida tushunchalarni, cho'yan, po'lat ishlab chiqarish jarayonlarini va unda qo'llaniladigan dastgohlar haqida ma'lumotlarni va qora metallarni ishlab chiqarish texnologiyalari haqidagi fandi.

"Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi" fanini metall saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlashda boradigan kimyoviy reaksiyalarning fizik-kimyoviy asoslarini va qora metallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan texnologik jarayonlarning asoslari bo'yicha ma'lumotlarni o'z ichiga olgan.

5310300 «Metallurgiya» ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. "Metallurgiya asoslari" fani "Metallurgiyaga kirish", "Rudalarni qayta ishlashga tayyorlash", "Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashuv", "Gidrometallurgiya jarayonlari", "Pirometallurgiya jarayonlari", "Metallar retsiklingi" va ixtisoslik fanlarini o'rganishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Taqrizchilar: PhD, B.T.Berdiyarov – TDTU, "Metallurgiya"
kafedrası mudiri
PhD, P.T.Matkarimov – ToshKTI, "Silikat
materiallari va kamyob, nodir metallar
texnologiyasi" kafedrası dotsenti.

ISBN: 978-9943-6740-0-4

© A.A.Yusupxodjayev va boshqalar

© "Shafot Nur Fayz", 2020

KIRISH

Tabiat olamida inson hayoti va jamiyat taraqqiyoti uchun zarur bo'lmagan va muhim ahamiyat kasb etmaydigan narsaning o'zi yo'q.

Nafas olinadigan havo, ichiladigan suv, sanoat va qishloq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan tabiiy zaxiralar – neft, gaz, yoqilg'i, metall, mineral o'g'itlar, har xil ma'danlar bo'lmasa, insoniyat halok bo'ladi. Ishlab chiqarish qurollarini yaratish, moddiy ma'naviy boyliklarni barpo etish, ilm-fan, madaniyat, ma'naviyat va ma'rifati ni yuksaltirish uchun kerak bo'ladigan jamiki tabiiy boyliklarni odamzot tabiatdan oladi. Tabiat inson uchun tabiiy boyliklar manbaidir.

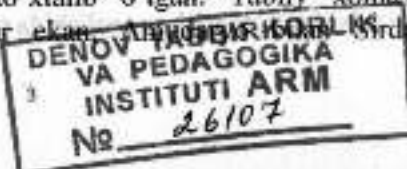
Ana shu ma'noni olganda yurtboshimiz Islom Karimovning: **"Ona zaminimiz – boyligimizning, mustaqilligimizning va go'zal kelajakka ishonchimizning asosiy manbaidir"** . - degan so'zlarida juda katta ilmiy – falsafiy mazmun bor.

Mustaqil Respublikamiz O'zbekiston o'zining yer osti boyliklari bilan xaqli ravishda faxrlansa arziydi. Unda Mendeleyev davriy sistemasining qariyb barcha elementlari mavjud bo'lib, rangli va qora metalli foydali qazilmalar alohida o'rin tutadi. Ayniqsa rangli metallurgiya Respublikamizda ancha rivojlangan bo'lib, hozirgi kunda u o'zida ishlab chiqarilayotgan mis, kaliy, oltin, kumush, uran molibden kabi metallar bilan jahon bozorida rivojlangan mamlakatlar bilan bellashib kelmoqda.

O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirish konsepsiyasida yoritilgan eng muhim muammolardan biri, bu mamlakatning boy mineral-xomashyo resurslaridan ratsional va kompleks foydalanishdir.

O'zbekiston metallurgiya sanoatining asosiy va muhim yo'nalishlaridan biri, bu respublika hududida joylashgan yirik metall saqlovchi konlarni qazib olish va ishlab chiqarishga jalb etishdir va shunga respublikamizda barcha imkoniyatlar mavjud.

Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov «O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida», «Xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari» asarida O'zbekistondagi konchilik sanoatiga alohida to'xtalib o'tgan. Tabiiy xomashyo resurslari haqida so'z yuritilgan ekan.



oralig'ida joylashgan O'zbekiston o'z taraqqiyot istiqbollari jihatidan qulay jo'g'rofiy-strategik mavqega ega ekanligi ta'kidlab o'tiladi.

Zaminimizning qimmatbaho mineral xomashyo resurslariga boyligi xalq xo'jaligining ichki tuzilishini tubdan o'zgartirish, respublikaning jahon bozoriga chiqishini ta'minlaydigan tarmoqlarni rivojlantirishga imkon beradi.

O'zbekiston zaminida juda ulkan va noyob, hali ijtimoiy ishlab chiqarishga jalb etilmagan mineral xomashyo resurslari to'plangan. Hozirgacha respublikada mineral xomashyolarning 95 turi borligi aniqlangan. Bu mineral xomashyolarning 700 dan ortiq koni mavjud. Amalda Mendeleyev jadvalidagi hamma elementlar respublikamizda bor. 370 ta kon ishlab turibdi, ulardan bir yil ichida qazib olinayotgan tog' jinslarining hajmi 200 mln. tonnadan oshadi.

O'zbekiston iqtisodiy islohotlarni boshidan kechirar ekan, mustaqillikning dastlabki kunlaridanoq u o'zining imkoniyatlaridan foydalanish, iqtisodiyotni, ishlab chiqarishni dunyodagi eng ilg'or texnologiyalar asosida izchillik bilan rivojlantirishni maqsad qilib oldi. Ayni paytda mamlakatimizda bir necha o'n minglab qo'shma korxonalar faoliyat ko'rsatmoqda. Sanoat korxonalarining ishlab chiqarish texnologiyasi butunlay o'zgarib bormoqda. Natijada xomashyo bazasidan oqilona foydalanib o'z-o'zimizni ta'minlash va xorijga tayyor mahsulot chiqarish hajmi tobora ortmoqda.

Iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlari - neft, gaz, oltin qazib olish, qora va rangli metallurgiya va h.q. lar sanoatini texnik qayta jihozlash va yanada rivojlantirish, hamda shu asosda mamlakatning boy tabiiy va mineral xomashyo resurslaridan to'la va samarali foydalanishga erishilmoqda.

Qazib olinayotgan mineral xomashyo sifatining tobora pasayib borishi sharoitida yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga erishishni ta'minlaydigan yangi texnologik jarayonlar va dastgohlarni ishlab chiqish va qo'llash boyitish korxonalarining ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga olib keladi. Texnologik jarayonlarni elektroenergiya va boyitma olishga sarflanadigan mahsulot sarfini kamaytirish, xomashyo tarkibidagi harcha qimmatbaho komponentlarni to'liq ajratib olishni ta'minlash, boyitish korxonalarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini yo'qotish yo'nalishida takomillashtirish talab etiladi.

Mazkur darslikda boyitishning texnologik jarayonlarining nazariy asoslari ko'rib chiqilgan, zamonaviy boyitish dastgohlarining tuzilishi va ishlash prinsipi bayon qilingan, turli foydali qazilmalarni boyitish amaliyotidan ma'lumotlar berilgan. Boyitishning texnologik jarayonlari va dastgohlarini takomillashtirishning imkoniyatlari ko'rib chiqilgan.

I BOB. QORA METALLURGIYANING ASOSIY TUSHUNCHALARI

1.1. O'zbekiston qora metallurgiyasini rivojlantirish

Qora metallar, umuman po'latning xalq xo'jaligida ahamiyati juda ham katta. Xalq xo'jaligida qora metall ishlatilmaydigan soha topilmaydi. Har qanday davlatni iqtisodiy qudrati darajasini birinchi o'rinda eritib olinadigan po'lat miqdori bilan aniqlanadi. Po'latsiz konchilik, neft va gaz tarmoqlari, mashinasozlik, transport, hatto qishloq xo'jaligi ham rivojlanmaydi.

Temir qadimgi Misrda ma'lum bo'lgan edi. U yerda temirni sof holatda (meteorit temiri) topishgan va uni oltin bilan teng hisoblashgan. Temirni ma'dandan ochiq usulda ajratib olish shu soha sanoatini tezlik bilan rivojlanishiga sabab bo'ldi. Bu insoniyatni rivojlanishi uchun juda katta hissa qo'shdi. Ushbu usul xom havo bilan purkash deb nomlandi. Chunki bu yerda oddiy qizdirilmagan havo ishlatilgan. Ushbu jarayonning mohiyati shundaki toshdan qilingan gormga pista ko'mir va temir rudasi joylashtirilib, gornning tagidan yonish uchun kerakli bo'lgan havo yuboriladi. Yonganda hosil bo'lgan SO gazi (uglerod oksidi) temirni tiklaydi. Yonib bo'lgan ma'danni bolg'a bilan pachog'lab, shlakdan tozalashgan. Bunday havo bilan tozalangan temir bir xilda emas edi. Vaqt o'tgan sari ushbu usul takomillashib, yuqori haroratda kuydirilgandan so'ng, temir ma'dani suyuq cho'yanga aylana boshladi.

XIX asrgacha po'lat juda ham qimmat metall hisoblanardi, chunki po'lat ajratib olish uchun ko'p miqdorda pista ko'mir ishlatilar edi. Bu metallurgik zavodlar atrofidagi o'rmonlarning to'liq yo'q bo'lib ketishiga olib keldi. Bu muammoni yechish maqsadida puding jarayoni kashf etildi. Puding jarayonida toshko'mir koksi ishlatilib cho'yandan xamir ko'rinishidagi temir olina boshlandi. Pechning osti temir okalinas va shlakdan tayyorlanar edi. Lekin bu jarayon ham keng tarqalmadi.

1864 yilda Fransuz injeneri Per Marten suyuq po'latni alangali pechda olishni ishlab chiqdi. Marten jarayonida issiqni boshqarish, metallardan oltingugurt va fosforni ajratib olish, ko'p miqdordagi

temir-tersakni qayta ishlash imkoniyati bor. Bu jarayon butun dunyoda keng tarqalgan.

Marten jarayoni bilan birgalikda birinchi elektr po'lat quyish pechlari paydo bo'ldi. Bunday pechlarda murakkab yuqori legirlangan po'latni eritish mumkin. Birinchi marotaba 1952 yilda Avstraliyada va 1957 yilda Dnepropetrovskda injener Mozgov N.I. taklifi bilan kislorod-konverter jarayoni joriy qilindi.

XX asrda rangli metallar, ayniqsa alyuminiy va mis ishlab chiqarish bir necha marotaba ko'tarildi. Lekin qora metall ishlab chiqarish dunyo ishlab chiqarishida o'zgarmay qolaverdi. Masalan, 1997 yilda dunyo bo'yicha po'lat ishlab chiqarish yiliga 1 milliard tonnani tashkil qildi.

Po'lat quyishning qo'shimcha omillari kimyo sanoati, mashinasozlik, neft va gaz tarmoqlari va boshqa sanoatlarning masshtabining kengayishini rivojlantirdi. Po'latning boshqa metallar bilan qotishmasi yangi konstruksion materiallarni ishlab chiqarishning ilmiy texnologiyalarini rivojlanishiga olib keldi. Ayniqsa, po'latning zanglamaydigan turlarini ishlab chiqarish tez suratlarda ko'tarildi.

Po'latni sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan miqdorda olish usullari **po'lat metallargiyasi** deyiladi.

Temirning uglerod va boshqa elementlar bilan deformatsiyalanadigan qotishmasi po'lat deyiladi. Po'lat tarkibiga uglerod, marganets, kremniy, oltingugurt, fosfor kiradi. Maxsus xususiyatlar po'lat olish uchun metallga ligirlaydigan qo'shimchalar qo'shiladi: xrom, nikel, molibden, volfram, mis, neobiy, vanadiy va boshqalar, hamda ko'p miqdorda marganets va kremniy.

Temirni sof holatda olish qiyin va qimmat jarayon hisoblanadi. Sof holatdagi temir juda ham qimmat. U faqat maxsus maqsadlarda ishlatiladi. Odatda texnika va xo'jalikda po'lat ishlatiladi.

Po'lat tarkibiga kiradigan asosiy qo'shimcha bu uglerod. Uglerod ko'p jihatdan po'latning hususiyatini aniqlaydi. Uning miqdoriga qarab uglerodli temir qotishmalarini po'lat va cho'yanga ajratiladi. Temirning uglerodli qotishmasida $1,7 + 2\%$ gacha uglerod bo'lsa po'lat, undan yuqori bo'lsa ($1,7$ dan $2,8+3\%$ uglerod bo'lsa po'latli cho'yan, 3% dan yuqori bo'lsa oddiy cho'yan) cho'yan deb ataladi.

Po'lat yuqori haroratda plastik holatda bo'ladi. Qizdirilganda bolg'alanuvchan, prokatlanuvchan bo'ladi. Cho'yan bunday xususiyatlarga ega emas. Hozirgi kunda 1,2% dan yuqori bo'lmagan uglerodli po'lat, 3,5-4,5% uglerodli cho'yan quyiladi.

Zamonaviy metallurgik texnologiyaning rivojlanish, erituvchi agregatdan yordamchi agregat yoki maxsus jixozlangan kovsh yordamida yuqori sifatli metall olish bilan xarakterlanadi. Erituvchi dastgohlarning ro'li asosan aniq bir tarkib va haroratdagi suyuq yarim mahsulot olishdadir. So'nggi vaqtlarda yirik konverter, marten yoki elektr yoyli pechlarida sifatli po'lat olish texnologiyasini sezilarli farqi aniqlanmoqda, ayniqsa agar ushbu agregatlarda qo'shimchalarning oksidlanishi vannani kislorod bilan purkash orqali amalga oshirilsa. Turli rivojlangan mamlakatlardagi ba'zi zavodlarda suyuq po'latning sifatini oshirish maqsadida agregatlar konstruksiyasining yangi variantlari yaratilmoqda. Yangi jarayonlar va amaldagi jarayonlarning turli xillari paydo bo'lmoqda. Ammo, sifatli po'lat ishlab chiqarish texnologiyasining umumiy prinsipi yagonadir.

Turli usullar bilan quyilayotgan po'latlar orasidagi farq o'zgarib turadi. Hozirgi vaqtda quyidagi asosiy usullar mavjud: kislorod-konverterli (50% dan yuqori), elektr po'lat quyuvchi (taxminan 20%) va marten pechlari (<30%dan kam).

Hozirgi vaqtda, po'latni metallurgik ishlab chiqarish sxemasi ikki bosqichda amalga oshiriladi.

- temirni ma'dan yoki boyitmadan domna pechlarida tiklanishi;
- po'lat quyish agregatlarida C, Si, Mn, P ni oksidlash, oltin-gugurtdan tozalash, ya'ni cho'yandan kerakli tarkibda po'lat olish.

Xozirgi vaqtda temirni rudadan bevosita olish texnologiyasi keng tarqalmoqda. To'g'ridan-to'g'ri tiklash qurilmalari asosan quyidagi xolatlarda quriladi:

- 1) zarurat bo'lganda keraksiz qo'shimchalardan xoli bo'lgan shixta olish va undan juda yuqori sifatli po'lat eritish;
- 2) zarurat bo'lganda yiriklashtirish qiyin bo'lgan chang ko'rinishidagi temir rudalarini va ishlab chiqarish chiqindilari (kalosnik changi, changni ushlab qoluvchi qurilmalar yordamida yig'ilgan chang va boshqalar) qayta ishlash;

3) kichik ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan domna sexlarini qurish iqtisodiy jihatdan rentabel bo'lmaganligi uchun uncha katta bo'lmagan zavodlar (minizavodlar) qurilishida. Bunday tarkibdagi minizavodlar tarkibiga: to'g'ridan-to'g'ri tiklash qurilmasi, bir-ikkita po'lat quyish agregati (odatda yoyli elektropechlar), tayyor mahsulotni uzluksiz quyish mashinasi. Bunday zavodlarning ishlab chiqarish unumdorligi odatda yiliga 150-250 tonnani tashkil qiladi.

Agar Toshkent viloyati Piskent tumani Bekobod shahrida bunday elektropechlarni ishlayotganini va Toshkent viloyatining Parkent tumanida temir ruda zaxiralari topilganligini hisobga olsak, ushbu ko'rinishdagi sxema ayniqsa bizning respublikamiz uchun juda aktualdir.

4) Yuqori metallashgan mahsulot kukunidan foydalanib to'g'ridan to'g'ri detal va tayyor buyumlar olish.

Xozirgi vaqtda dunyoda eritilayotgan po'latning faqatgina 5% ga yaqini to'g'ridan-to'g'ri tiklovchi uskunalarda olinmoqda. Po'latning asosiy qismi an'anaviy usullarda eritilishi qachongacha davom etishi haqidagi savolni yechishda, uzluksiz xarakatlanuvchi po'lat eritish agregatlarini (SAND-doimiy qum po'lat eritish zavodi, UXPEA- uzluksiz xarakatlanuvchi po'lat eritish agregati) yaratishni, xamda, xozirgi vaqtda foydalanilayotgan yuqori xususiyatli, qudratli agregatlarni inobatga olish kerak:

- a) xajmi 4-5 ming m² bo'lgan domna pechlari;
 - b) xajmi 300-350 tonna bo'lgan konverterlar;
 - v) xajmi 250-300 va undan yuqori bo'lgan yoyli elektro pechlar.
- Konstruksion po'latning bir tonnasining narxi sifatiga qarab 150-400 AQSH dollariga teng.

Nazorat savollari:

1. Marten jarayonining mohiyati.
2. Po'lat metallurgiyasiga ta'rif bering.
3. Zamonaviy metallurgik texnologiyaning rivojlanishi haqida qanday ma'lumotlarga egasiz?

1.2. Po'lat va uni ajratib olish usullari klassifikatsiyasi

U yoki boshqa usul bilan po'lat olish o'zining tarkibi va xossalari asosan turlichadir. Po'latning yagona dunyoviy sistemasi yo'q.

MDHda po'lat klassifikatsiyasi va uning tarkibi, sifatiga qo'yiladigan talablar o'sha davlatning standart va texnik sharoitlariga asoslanadi. Ular quyidagi alomatlariga binoan tasniflanadi.

1. *Ishlatilish maqsadi bo'yicha.* Ushbu alomatga asosan po'latni quyidagi guruhlariga ajratish mumkin: yonish va qozonxona, temiryo'l transporti usuli (temiryo'llar, temiryo'l g'ildiraklarini bandaji uchun va boshqalar), konstruksion (bino qurilishi uchun, metall konstruksiyalari ishlab chiqarish uchun, ko'priklar, mashina va boshqalar), zoldrli podshipnik, instrumental (turli asboblarni tayyorlash uchun, keskichlar va h.k.), resor prujinali, transformatorli, zanglamaydigan, qurol, trubina va h.k.lar uchun. Po'lat markasining boshida turuvchi R harfi tez kesuvchi po'lat ekanini anglatadi. IIIX6, IIIX15 – keng podshipnikli, E – elektrotexnik, U7, Y8, Y13 – uglerodli instrumental po'lat (0,7% uglerod va h.k.). U7A, U8A – Yuqori sifatli uglerodli instrumental po'lat ekanini ko'rsatadi.

2. *Sifat bo'yicha.* Po'lat odatda quyidagi guruhlariga bo'linadi: oddiy sifatli, sifatli va yuqori sifatli. Ushbu guruhlardagi farq ularning tarkibidagi zararli qo'shimchalarga bog'liq (birinchi o'rinda oltingugurt va fosfor bog'liq), hamda metallmas qo'shimchalarning asosiy shartlariga binoan tarkibiga qarab. Masalan, oddiy sifatli po'lat tarkibidagi oltingugurt va fosfor 0,055 – 0,060% gacha bo'lishi mumkin, sifatli po'latda – 0,040 – 0,045% dan oshmasligi kerak, yuqori sifatli po'latda esa 0,020-0,030% dan oshmasligi kerak.

3. *Kimyoviy tarkib bo'yicha.* Po'lat uglerodli (shu bilan birga past uglerodli, o'rtacha uglerodli, yuqori uglerodli), past ligerlangan, o'rtacha ligerlangan va yuqori ligerlangan (shu bilan bir qatorda xromli, marganetsli va h.k.).

MDH davlatlarida po'latlarni kimyoviy tarkibini belgilashning quyidagi yagona shartli belgilari o'rnatilgan.

Element	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V	Al	Ti
Belgilanishi	Y	Г	С	X	H	M	B	Φ	Ю	T

Po'lat markasi belgilarida, GOSTga asosan marka boshida turgan raqamlar uglerodni foizining yuzdan bir bo'lagidagi o'rtacha tarkibini belgilaydi (instrumental po'latlar uchun foizning mingdan bir bo'lagida). Raqamlarning o'ng tomonida turgan harflar po'latdagi tegishli elementning borligini bildiradi. Harflardan keyin turadigan raqamlar tegishli elementlar (bir foizdan yuqori bo'lsa) foizdagi tarkibini ko'rsatadi. Marka oxiridagi "A" harfi po'latning yuqori sifatli ekanini bildiradi. Masalan, yuqori sifatli konstruksion po'lat tarkibi 0,12%ga yaqin uglerod, 2% xrom va 4% nikel bo'lsa, 12X2H4A; po'latning 30XFC markasi ushbu po'latda 0,30%ga yaqin uglerod va taxminan 1% xrom, marganets va kremniy borligini bildiradi. Legirlangan po'lat kam legirlangan (2,5% gacha legirlovchi elementlar) va yuqori legirlangan (10% dan yuqori) po'latlarga bo'linadi. Po'latni legirlovchi elementlarga asosan bir komponentli (marganetsli 0,9G2, 14G2, 35G2, 40G2, kremniyli 55S2, 60S2, 80S), ikki komponentli (kremnemarganetsli 60S2XA, xromnikelli 40XN), uch komponentli (xromkremnemarganetsli 30XGSA, xromnikel-molibdenli 20XNM), to'rt komponentli va undan ortiq komponentli bo'linadi.

4. *Po'latni qolipda qotish xususiyati bo'yicha.* Tinch, qaynovchi va yarim tinch po'latlar farqlanadi. Metallni qolipda kristallizatsiyalanishi uning kisloroddan tozalanish darajasiga bog'liq. Po'lat kisloroddan qancha to'liq tozalansa, quyma kristallizatsiyasi shuncha tinch bo'ladi. Kisloroddan tozalanish darajasiga qarab po'lat A, B, V guruhlariga ajratiladi. Marka nomeri 1, 2, 3 bo'lsa qaynovchi, yarim-tinch va tinch po'lat tayyorlanadi. 5 va 6 nomerli markalar – yarim-tinch va tinch hisoblanadi. Kisloroddan tozalash darajasini belgilash uchun po'latning marka nomeridan so'ng indeks qo'shiladi: KP – qaynovchi, yarimtinch, SP – tinch, masalan: St3ps; BSt3kp2; VSt4ps2.

5. *Po'lat ishlab chiqarish usuli bo'yicha* klassifikatsiyalanadi:

a) agregat turiga asosan – konverterli (shu jumladan kislorod-konverterli, bessemerov, tomasov), marten, elektropo'lat, elektroshlak quyish va h.k.

b) texnologiyaga asosan – asosiy va nordon martenli, asosiy va nordon elektro po'lat, vakumda ishlov berilgan, sintetik shlaklar bilan, inert gazlar bilan puflab tozalash va boshqalar. v) holatiga

binoan – qattiq holatda (shimuvchan temir – to'g'ridan – to'g'ri tiklash mahsuloti), elektrolitik (tarkibida temir bo'lgan materiallar elektrolizi mahsuloti), kukunsimon (suyuq po'latni mayda zarrachalarga bo'lish jarayoni mahsuloti), xamirsimon ("Aston - Bayers" jarayoni mahsuloti), suyuq, quyma (konverter, marten jarayonlari mahsuloti).

MDH davlatlaridan Rossiya, Ukraina, Qozog'iston, Gruziya, O'zbekistonda po'lat quyiladi. Umuman olganda MDH davlatlari dunyo bo'yicha eng ko'p po'lat quyuvchi davlat hisoblanadi. Po'latning asosiy miqdori Rossiyada quyiladi – bir yilda taxminan 80 mln. tonna.

Po'lat ishlab chiqarish bo'yicha Rossiyadan keyin Ukraina – yiliga 40 mln. tonna Qozog'iston – 12 mln. tonna, O'zbekiston – yiliga 1,2 mln. tonna. Rossiyadagi eng yirik po'lat quyuvchi korxonalar – Magnitogorsk, Kuznetsk, Nijnetagil, Novolipetsk, Novotulsk kombinatlaridir. Ukrainada – Dnepropetrovsk, Dneprodzerjinsk, Donetsk, Krivoyrog kombinatlari, Qozoqistonda – Qarag'anda metallurgiya kombinati, O'zbekistonda – Bekobod kombinati. Boshqa O'rta Osiyo Respublikalarida po'lat ishlab chiqarilmaydi. Sanoati rivojlangan davlatlarda bir yilda har bir aholi boshiga 400-600 kg dan ko'proq po'lat to'g'ri keladi. MDHda har bir aholiga bir yilda 600 kg dan to'g'ri keladi. 1999 yilda O'zbekistonda 400 min tonna po'lat quyib olingan. Bu Respublikamiznang har bir aholisiga 20 kg dan to'g'ri keladi. Hozirgi kunda mahsulotni hajmini ko'paytirish va sifatini yaxshilash masalasi ko'rilmogda. Legirlangan po'lat ishlab chiqarish takomillashtirilmoqda.

O'zbekistonda faqat bitta kombinat – Bekobod metallurgiya kombinati qora metall ishlab chiqarish uchun ixtisoslashtirilgan. Bu kombinatda asosan marten usulida po'lat quyiladi.

Qora metallurgiyani rivojlantirish uchun mini zavodlarda po'latni rudadan bevosita ajratib olishni yo'lga qo'yish kerak.

Bunday usul XXI asrda ayniqsa O'zbekiston uchun xarakterlidir. Chunki Toshkent viloyatining Parkent tumanida temir rudalarining uncha ko'p bo'lmagan zaxiralari mavjud, tamir-tersak va chiqindilari zaxiralari chegaralangan va nisbatan arzon yoqilg'i – tiklovchi bor.

Bizning respublikamiz uchun bunday sxemaning aktualigi shundaki, Bekobod shaxrida bunday elektropech anchadan beri ishlab turibdi.

Nazorat savollari:

1. Po'latni ishlatilish maqsadi bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
2. Po'latni sifat bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
3. Po'latni kimyoviy tarkib bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
4. Po'latni qolipda qotish xususiyati bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
5. Po'latni po'lat ishlab chiqarish usuli bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.

Umumiy savollar

1. Marten jarayonining mohiyati.
2. Po'lat metallurgiyasiga ta'rif bering.
3. Zamonaviy metallurgik texnologiyaning rivojlanishi xaqida qanday ma'lumotlarga egasiz?
4. Po'latni ishlatilish maqsadi bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
5. Po'latni sifat bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
6. Po'latni kimyoviy tarkib bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.
7. Po'latni qolipda qotish xususiyati bo'yicha klassifikatsiyasini ta'riflab bering.

II-BOB. HOMASHYO VA UNIPO'LAT ERITISHGA TAYYORLASH

2.1. Domna pechi yordamisiz temir olish usullari.

Temirni rudadan bevosita olish jarayonining roli va ahamiyati

Temirni rudadan bevosita olish jarayoni deganda, domna pechi yordamisiz rudadan temirni g'ovak, qattiq yoki suyuq holatda olishda kechadigan kimyoviy, elektrokimyoviy yoki kimyoviy-termik jarayonlar tushuniladi. Bunday jarayonlar birinchidan koks ishlatilmasdan amalga oshirilsa, ikkinchidan ushbu jarayonlar juda xam toza metall olish imkonini beradi.

Temirni rudadan bevosita olish usullari anchadan buyon ma'lum bo'lib, lekin hozirgi kungacha bu usullardan keng foydalanilmaydi. 70dan ortiq to'g'ridan-to'g'ri temir olish usullar topilgan bo'lib, lekin ulardan juda kamchiligi hayotga tadbiiq etilgan.

Oxirgi yillarda bu usullar ko'pchilikni qiziqtira boshladi, chunki bu usullar koksni tejashdan tashqari temirni o'ta boyitish (70-71.8 %) va oltingugurt va fosfor singari zararli elementlardan yuqori darajada tozalash imkonini beradi. Masalan, Lebed konlaridagi rudadan olina-yotgan temir konsentratidagi oltingugurtning miqdori 0.01 % dan va fosforning miqdori esa 0.003 % dan kam bo'lib, bundan tashqari boshqa zararli qo'shimchalardan xam xolidir. Tabiiyki, yuqorida aytib o'tilgan turli xil zararli qo'shimchalardan tozaligi domna pechida eritilganda foydalanib bo'lmaydi. Chunki fosfor va ayniqsa oltingugurt koks bilan birga ko'p miqdorda kirib keladi. Shuning uchun yuqori darajada boyitilgan temir konsentratidan po'lat ishlab chiqarish, xamda temir kukuni olishda domna pechi yordamisiz temirni g'ovak shaklida olish usullaridan foydalangan maqul.

Metallashning turli usullarni texnika-iqtisodiy baholash shuni ko'rsatadiki, temirni ajratib olish uchun sarflanadigan xarajatlar temirni aniq bir darajada ajratib olingandagina minimal bo'lishi mumkin. Bu daraja temirni rudadan 60-80 % gacha ajratib olishni tashkil qiladi. Agar temir ajratib olishda ushbu daraja kamayib yoki ko'payib ketsa sarf-xarajatlarning xam ko'payib ketishiga olib keladi. Bunday darajada metallash po'lat va po'lat kukuni ishlab chiqarish uchun yetarli emas. Uni faqatgina domna pechi uchun qabul qilish mumkin. Po'lat ishlab chiqarish va kukunli metallurgiya uchun iloji

boricha yuqori darajada metallash zarur bo'ladi. Bu esa juda xam ko'p sarf-xarajatni talab qiladigan boshqa jarayondan foydalanishga olib keladi.

Shunday qilib, qo'llanilishi bo'yicha metallashgan shixtani quyidagi uchta guruhga bo'lish mumkin:

I- Domnada eritish uchun metallashgan shixta, metallizatsiya darajasi 60-90 %ni tashkil qiladi, lekin bundan kam miqdorda xam bo'lishi mumkin. Dastlabki shixtadagi temirning miqdori 60-66 % va tayyor maxsulotdagi metall ko'rinishdagi temir 68-76 % ni tashkil qiladi;

II- po'lat eritish uchun shixta, metallizatsiya darajasi 85-95 %, dastlabki shixtadagi temirning miqdori 68-70 % va tayyor metallashgan maxsulotdagi metall ko'rinishdagi temirning miqdori 90-93 % ni tashkil qiladi;

III- temir kukuni ishlab chiqarish uchun g'ovaksimon temir metallizatsiya darajasi 98-99.5 %, dastlabki shixtadagi temirning miqdori 71.8-72 % va g'ovaksimon temirdagi ko'rinishdagi temirning miqdori 98-99 % ni tashkil qiladi.

Temirni rudadan bevosita olish jarayonlari uchun qattiq yoki gazsimon tiklovchilar ishlatiladi. G'ovaksimon temir ishlab chiqarish uchun, xozirgi kunda temirni bevosita tiklashning ko'p sonli jarayonlari rivojlanib bormoqda. Shu vaqtning o'zida tarkibida temir bo'lgan materiallardan bevosita temir olish jarayonlari orqali suyuq maxsulot olish xozircha qo'llanilmayabdi.

2.1.1. Qalin qavatda gaz xolatidagi tiklovchilar yordamida g'ovaksimon temir ishlab chiqarish

Ushbu jarayonni amalga oshirishda shaxtali pechlardan va retortalardan foydalaniladi. Temirni tiklovchilar sifatida esa asosan, vodorod va uglerod oksididan tashkil topgan, qayta ishlangan tabiiy gaz ishlatiladi.

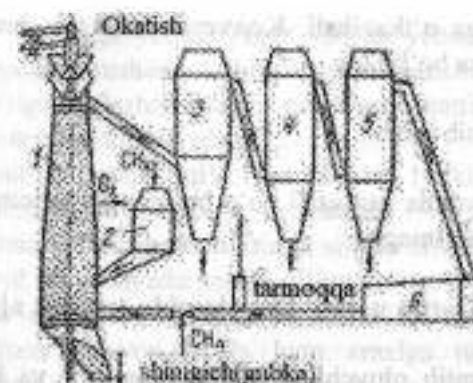
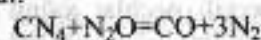
Xozirgi kunda shaxtali pechlar ishlab chiqarish quvvati 5-9 t/m³ sutkaga teng bo'lib, bu domna pechdan 2-4 marta tezroq temir ajratib olish demakdir. Shaxtali pechlar xajmi unga hozirgi kunda uncha katta emas, ya'ni 100-200 m³ (pech balandligi 10-14 m va diametri

3,5 metrga yaqin). Bu esa pechning sutkalik ishlab chiqarish unumdorligi 1000-1500 t temir ajratib olish imkonini beradi.

Shaxtali pechlarda temir olishning ko'p usullari mavjud bo'lib, shulardan ikkitasini, ya'ni sanoatchilikda qo'llaniladigan turlarni ko'rib chiqamiz. Ulardan biri shaxtali pechlarda kislorodda to'liq yonmagan tabiiy gaz yordamida temirni ajratib olish jarayonidir. Temirni ajratib oluvchi gaz kislorod reaktorida ishlab chiqariladi. Bu reaktorda ushbu reaksiya amalga oshiriladi:

$2\text{CN}_2 + \text{O}_2 = 2\text{CO} + 4\text{H}_2$ va 29 % CO, 55% H_2 va 13% oksidlovchilardan (H_2O va CO_2) tashkil topgan gaz olinadi. Ba'zi xolatlarida olingan gaz issiq bo'lib, boshqa holatlarda esa gazni oksidlovchilardan tozalanadi va qizdiriladi. Qizdirilgan gaz pechga 10-12 furma yordamida uzatiladi va okatishlangan mahsulotdan temirni ajratib oladi. Jarayon kechayotgan hajm pechning 0,6 qismini tashkil qiladi. Jarayon yuz berayotgan qismdan pastda okatishlangan mahsulot aylanma gaz yordamida sovutiladi. Qayta ishlangan gaz pechga 400 kPa bosimda uzatiladi. Temir ajratib olinayotgan, ya'ni jarayon kechayotgan qismda harorat 850-900 °C ni tashkil qiladi. Pechdan gaz harorati 300-400 °C bo'lgan holatda chiqib ketadi. Sovutilgan okatish holatidagi mahsulot pechdan to'xtovsiz elektr pechga po'lat ishlab chiqarish uchun uzatib turiladi. 1 tonna ajratib olingan temir uchun 550 m³ gaz sarflanadi. Umumiy gaz sarfi esa 2000 m³ ni tashkil qiladi. Temirni ajratib olish darajasi 95 %.

"Midlen Ross" firmasi ishlab chiqqan usulni ham ko'rib chiqamiz. Bu jarayonda ishlatilgan gaz yuqorida aytib o'tilgan jarayon uchun kerak bo'lgan gazdan farq qiladi va $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = 2\text{CO} + \text{H}_2$ reaksiya amalga oshiriladi. Ushbu gaz 35% CO va 65% H_2 ni tashkil qiladi va pechga 1000 °C haroratda uzatiladi. Gaz sarfi 400 m³ ni tashkil qiladi. Ushbu jarayon Oskoldagi elektrda po'lat olish kombinatida amalga oshirilgan. Birinchi sanoatda ishlatiladigan pechlar 1957 yil Monterreyda ishga tushirilgan va 1960-1967 yillarda, keyinchalik esa Pueblo shaxrida. Ushbu pechlarning ishlab chiqarish quvvati 700 t/sutkaga etadi. Bu jarayonlar uchun gaz ushbu reaksiya yordamida olinadi:



2.1. - rasm. Shaxtali pechda temirni rudadan bevosita olish jarayonining sxemasi:

1- shaxtali pech; 2-reaktor; 3- chang yutgich;
4- skrubber; 5- suv ajratuvchi; 6- kompressor

Avval gaz oltingugurtdan tozalanadi. Tayyor gaz 14% CO, 58% H_2 , 21% H_2O va 4-5% CO_2 moddalaridan tarkib topgan. Bu gaz suvdan ajratuvchi pechdan o'tkaziladi. Quruq gaz 73% H_2 , 15-16% CO va 6-7% CO_2 ni tashkil qiladi.

Ushbu jarayonda ham bosim 400 kPa ga teng. Temirni ajratib olish darajasi 75-92% ga teng. 1 tonna g'ovak temir olish uchun 600 m³ gaz va 36 MDj elektr energiyasi sarflanadi.

Ushbu jarayon kamchiliklari shaxtali pechga qaraganda past darajadagi temir ajratib olish darajasi va jarayonning davriyligi (uzluksiz bo'lmagan) bo'lib hisoblaniladi. Shuning uchun ushbu firma hozirda shaxtali pechlarni ishlab chiqqan va taklif qilgan.

2.1.2. Yupqa qavatlangan holatda gaz yordamida g'ovak temir olish

Ushbu jarayon odatda harakatlanayotgan panjara ustki qismida aglomerat olish jarayonini eslatuvchi usulda amalga oshiriladi. Bu jarayonda gaz balandligi 200-300 mm bo'lgan temir oshidan

DENOV VA PEDAGOGIKA
INSTITUTI ARM
№ 26107

yuqoridan pastga o'tkaziladi. Konveyer lentasida bo'lib o'tayotgan jarayon 3 qismga bo'linadi:

- Qizdirish.
- Temir ajratib olish.
- Sovutish.

Ushbu jarayonda gaz sarfi ko'p bo'lganligi uchun sanoatda qo'llash amalga oshirilmagan.

2.1.3. Qattiq uglerod yordamida temirni ajratib olish

Temirni ajratib oluvchi sifatida toshko'mir va koksdan foydalaniladi. Pechga temirni ajratib oluvchini uzatish usuliga qarab jarayon 3 ga bo'linadi:

tarkibida ko'mir bo'lgan okatishlangan temir rudasidan temir olish.

Bu usulda okatish tayorlanish vaqtida temir rudasiga 15-20% qattiq temir ajratib oluvchi qo'shiladi va tayyor bo'lgan okatishlar 1200-1250 °C xaroratda 20-30 minut qizdiriladi. Okatish tarkibidagi uglerod yordamida temir ajralish jarayoni sodir bo'ladi, ajratib olinish darajasi 50-80%ni tashkil qiladi. Qizdirish uchun har-xil pechlardan foydalaniladi: shaxtali, trubali va konveyerli.

okatishlangan temir rudasiga maydalangan yoqilg'i qo'shib temir olish.

Ushbu usulda olingan okatish tarkibi quyidagicha:

Temir rudasi, dolomit yoki ohaktosh 0,8-3,0 mm. Dolomit va ohaktosh oltingugurtdan tozalash uchun qo'shiladi. Pech sifatida trubasimon pech ishlatiladi yoki ushbu ketma-ketlikda agregatlar joylashuvi: qizdirish panjarasi – trubasimon pech – aylanib turuvchi trubasimon sovutgich. Itonna uchun 350-600 kg qattiq yoqilg'i va 75-100 m³ tabiiy gaz sarflanadi.

Yurtimizda qizdirish panjarasi yuzasi 180 m², trubasimon pechni diametri 7 metr va uzunligi 92 metr, sovutgichi diametri 3,8 m va uzunligi 108 metrli agregatlar ketma-ketligi mavjud. Temirni ajratib olish darajasi (80-95%) ga teng bo'lgan ushbu agregat yig'indisi eksperimentlarni sanoat darajasida o'tkazish uchun qurilgan. Loyiha bo'yicha agregat 80% darajada temir ajratib olsa, ishlab chiqarish

quvvati 2000 t/sutkaga yetadi. Agar 95%ga yetsa, ishlab chiqarish quvvati 2 barobarga tushadi. Ushbu usul oxirigacha o'rganib chiqilmagan. Bir biriga aralashmaydigan qavatlarda qattiq uglerod yordamida g'ovakli temirni ajratib olish.

Ushbu usulda qattiq yoqilg'i va okatish (yoki yuqori darajada boyitilgan konsentrat) tigelga yuklanadi va tigel pechlarga joylashtirilib temirni temir oksidlaridan ajratib olinadi.

Ushbu usul Shvetsiyada taklif qilingan va 1911 yilda birinchi marta sanoat darajasida Xyoganes shahrida amalga oshirilgan. Shunga o'xshash jarayon bizda ham amalga oshirilgan. Ushbu jarayonda kremniy karbidi (SiC) kapsula ko'rinishida ishlatiladi. Diametri- 530 mm, devor qalinligi- 40 mm, balandligi-1500 mm. Oltingugurtdan tozalash uchun ajratib oluvchiga 10-15% miqdorda maydalangan ohaktosh qo'shiladi.

Ushbu usulda olingan g'ovak temir 97-99% Fe, 0,1-0,2% Si, 0,1-0,5% SiO₂, 0,010-0,016% S va 0,015% P tarkibida bo'ladi.

Nazorat savollari:

- 1.Temirni rudadan bevosita olish yangi fan, texnika va texnologiya yutuqlarini aytib bering?
- 2.Domna pechi yordamisiz temir olish usullari.
- 3.Temirni rudadan bevosita olish jarayonlarining roli va ahamiyati haqida tushuntiring?
- 4.Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olish jarayonlari haqida tushuncha berish?

2.2. Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olish

Oxirgi yillarda bu yo'nalish sanoat masshtablariga keng tadbqiqilingan va "temirni to'g'ridan to'g'ri olishning" asosini aniqlab beradi. Uning metallurgiyadagi ommabobligi to'rtta omil bilan bog'liq.

2.2.1. Kokslangan ko'mirning dunyo bo'yicha zaxirasining keskin kamayishi.

Ba'zi xududlarda umuman kokslangan ko'mir konlari yo'qligi, hattoki ba'zi bir ana shu yoqilg'ining yetarlicha zaxirasiga ega mamlakatlarda zaxiralarning kamayib borayotganligi havotirli vaziyatlarni keltirib chiqarmoqda. Domna jarayonida eritishda kokslarni to'liq boshqa yoqilg'i bilan alishtirishning imkoniyati yo'qligi uchun domnasiz metal olish judayam aktual. Yangi sxema bo'yicha metall olishni to'liq ravishda kokssiz amalga oshirish mumkin.

2.2.2. Po'lat sifatiga qo'yiladigan talablarning oshishi.

Sanoat tajribalari shuni ko'rsatadiki, metallashgan materiallardan (skrap bilan birga) foydalanib eritilgan po'lat bir qancha yaxshi xususiyatlarga ega bo'ladi. Asosiy sababi shundaki, metallashgan materiallarning lomlardan farqi shundaki, ular tarkibida zararli qo'shimchalar, rangli metallar yo'q. Qo'shimcha qilish kerakki, metallashgan materiallar tarkibida gazlar va metallmas qo'shimchalar yo'q.

2.2.3. Rivojlanayotgan davlatlar metallurgiya sohasida kam quvvatli rentabelli zavodlar qurish ehtiyojining paydo bo'lishi

natijasida yetarli darajada ishlab chiqarish programmasini va maxsulotlar assortimentini o'zgartirish imkoniyati mavjud bo'ladi. Metallurgik ishlab chiqarishning yangi sxemasi, iqtisodiy tejankor, i/ch quvvati 0,1-1,0 mln.t. "mini-zavod"lar yaratish muammosini hal etadi.

2.2.4. Ekologik jihatdan afzalliklari.

An'anaviy sxemadan farqli ravishda atrof muhit uchun xavfsizlik mutloq kafolatlanadi.

Po'lat eritish pechlarida metallashgan materiallarning metallashganlik darajasi 80 % dan kam bo'lmasligi kerak, ya'ni tiklanish

darajasi ancha yuqori. Bunda metallashtirish samaradorligi tiklash usuli va qo'llanilayotgan agregatga kuchli bog'liq bo'ladi. Hozirgi vaqtga qadar sanoat maqyosidagi keng tadqiqotlar uch xil tipdagi agregatlarda olib borilgan: a) uzliksiz va davriy ravishda ishlovchi shaxtali dastgohlar;

b) qaynar qatlamda ishlovchi apparatlar; v) truba aylanmali pechlar va kombinatsiyalangan konveyerli mashina va truba aylanmali pech turidagi dastgohlar. Birinchi usulda tiklovchi sifatida gaz yoki qattiq yoqilg'ining gazifikatsiya maxsulotlaridan foydalaniladi. Keyingi usullar uchun qattiq va gaz turidagi tiklovchilardan birgalikda foydalaniladi. Hozirgi paytda truba aylanmali pechlardan foydalanish ancha kamaygan. Metallashgan materiallarning asosiy miqdori shaxtali pechlarda ishlab chiqarilmoqda. Jarayonning umumiy qonuniyatlari quydagicha:

1. Tiklanish qattiq fazali xududlarda o'tadi. Jarayonning suyuq maxsulotlari mavjud emas. Binobarin, bo'sh tog' jinslari metallardan oxirigacha ajralmasdan po'lat eritish agregatlariga yuboriladi. Po'lat eritish jarayonining iqtisodiy sharoitlaridan kelib chiqqan xolida (shlakning minimal miqdori), dastlabki, temir tarkibli xomashyo tarkibidagi miqdoriga qattiq talablar qo'yiladi, uning miqdori metallashgan maxsulotlar tarkibida 5 % dan oshmasligi kerak. Binobarin, dastlabki oksidlangan materiallar tarkibida 3 % dan kam bo'lishi kerak. Aniqlash mumkinki, dastlabki temir (masalan manetitli) tarkibli boyitma tarkibida, temirning miqdori (100-3) $0,724=70\%$ dan kam bo'lmasligi kerak, bu yerda 0,724-magnetit tarkibidagi Fe ning miqdori 168:232.

Shu kabi, birinchi sharoit bilan muxokama qilinayotgan jarayonni amalga oshirishda yengil boyitiluvchi, 69-70% temir tarkibli boyitma olish imkoniyati beruvchi materiallar talab etiladi.

2. Qattiq faza xududlarida tiklanish jarayonida zararli elementlarning (P,S,Ar,Cu i dr.) yo'qolishi amaliyotda sodir bo'lmaydi. Elektropechlarda energiya yuqori sarfsiz sifatli po'lat olish uchun dastlabki materialda bu elementlarning tarkibi kam bo'lishi talab qilinadi. Shuning uchun ikkinchi sharoit bilan metallashgan materiallar olishda, dastlabki temir tarkibli boyitma tarkibida zararli elementlarning miqdori 0,01-0,02% dan oshmaydi.

3. Shaxtali pechlarda temir tarkibli rudalarning tiklanish maxsuloti (tiklanish uchun xomashyo sifatida asosan okatishlar ishlatiladi) tashqi ko'rinishidan kelib chiqib, kovak temir (рыбчатое железо) deb nomlanadi. Endi tiklanayotgan metallik temir shiddat bilan kuyib, kanglomerat xosil qilishi mumkin, bu esa shaxtali pechlar ish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Modomiki metallning intensiv kuyishi yuqori haroratlarda ortib boradi, shuning uchun jarayonning maksimal harorati 750-900°C dan oshmasligi kerak. Agar jarayonning harorati past bo'lsa, unda tiklanish tezligi pasayadi va jarayonning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari yomonlashadi.

4. Shaxtali pechlarda tiklovchi gazning berilishi qavatlarga yon tomonidan beriladi. Pechning ko'ndalang kesimi o'lchami qancha katta bo'lsa, qavat bo'ylab gazning baravar tarqalishi va qavatga tiklovchi issiqlikni berish qiyinlashadi. Ma'lum kesimlarda buning umuman iloji bo'lmay qoladi. Shuning uchun shaxtali pechlarning ishlab chiqarish quvvati 400-600 ming t/yil bilan chegaralanadi.

5. Yangi tiklangan kovak temirning oksidlanishga moyilligi yuqori bo'ladi, tiklash harorati qancha past bo'lsa, bu xususiyat shuncha oshib boraveradi. Shuning uchun metallashgan okatishlarni ishlab chiqarishda oksidlanuvchanlik va o'z-o'zidan alangalanishni oldini olish uchun maxsus choralar ko'riladi.

Shunday qilib, metallashgan materiallardan po'lat olish jarayoni, faqatgina ma'lum sharoitlardagina amalga oshadi:

- yengil boyitiluvchi va zararli qo'shimchalari bo'lmagan temir tarkibli materiallarning mavjudligida;
- arzon tiklovchi gaz manbalari mavjudligida;
- arzon energiya;
- mini-zavodlar qurish imkoni mavjudligida.

Bu sharoitlar hamma xududlarga ham mos kelavermaydi. Shubhasiz bu jarayon sifatli po'lat ishlab chiqarishda iqtisodiy samarali hisoblanadi.

Hozirgi kungacha ko'plab polimetall tarkibli rudalardan oxirigacha foydalanilmayabdi, yoki ulardan faqat qaysidir birgina element ajratib olinmoqda. Mana shunday rudalar uchun chiqindisiz texnologiyalar judayam muhim. Shu turdagi rudalarni samarali qayta ishlashning ratsional yo'llaridan biri temir oksidlarini metallashtirish

va undan so'ng qolgan tashkil etuvchilarini ajratib olish xisoblanadi. Bunday turdagi rudalarni metallashtirish uchun qattiq tiklovchilardan foydalaniladi, temirni boshqa komponentlardan aniqlovchi omil bo'lib, harorat xizmat qiladi. Bunda harorat shunday tanlanadiki, faqat temir oksidlarigina metall xoligacha tiklanadi, qolgan elementlar esa oksid formada qoladi.

2.3. Metallurgik jarayonlarda materiallar balansi va hisobini tuzish qoidalar

1. Umumiy ma'lumotlar.
2. Temirni rudadan to'g'ridan to'g'ri olish jarayonlarida gidratlar karbonatlarning parchalanish jarayonlari.
3. Suvni yo'qotish usullari.
4. Jarayonda boradigan reaksiyalar va jarayonga ta'sir etuvchi omillar.

Materiallar hisobi issiqlik hisobi bilan bir qatorda asosiy texnologik hisoblar qatoriga kiradi. Material oqimini hisoblash natijasida kerakli ishlab chiqarish dastgohlarining konstruktiv hisobini qilishimiz va jarayonning iqtisodiy samaradorligini baxolashimiz mumkin.

Materiallar balansini quyidagi tenglama bilan ifodalashimiz mumkin: chap tomoni hamma turdagi xomashyolar massalarining yig'indisi ΣG , o'ng tomoni esa olinadigan mahsulot massasi bilan ΣG^1 ishlab chiqarishdagi yo'qolishlar yig'indisi $\Sigma G^1_{yo'qol}$ ga teng bo'ladi.

$$\Sigma G = \Sigma G^1 + \Sigma G^1_{yo'qol}$$

Material balansining asosi stexiometrik munosabat va modda massasining saqlanish qonuniga asoslanadi.

Material balans asosiy va qo'shimcha reaksiya tenglamalar yig'indisi asosida, modda massasining saqlanish qonuni asosida tuziladi. Material balansi asosiy mahsulot (kg, t) dagi o'lchov biriligidagi yoki vaqt biriligidagi tuziladi. Kiritilayotgan va olinayotgan mahsulotlardagi komponentlar, qattiq, suyuq va gaz fazalari uchun alohida aniqlanadi. U quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$G_R + G_S + G_Q = G_R^I + G_S^I + G_Q^I$$

Jarayonda har doim ham hamma fazalar qatnashavermaydi, bir fazada bir nechta moddalar bo'ladi, bu esa tenglamaning soddalashishiga yoki murakkablashishiga olib keladi.

Nazariy materiallar balans reaksiyalarning stexiometrik tenglamalari orqali hisoblanadi. Buni bilish uchun reaksiya tenglamalarini va komponentlarining molekulyar massalarini bilish yetarli bo'ladi.

Amaliy materiallar balansida dastlabki xomashyo tarkibi va tayyor mahsulot tarkibi, xomashyodagi komponentlarning ortiqchaligi, komponentlarning mahsulotga o'tish darajasi, xomashyo va tayyor mahsulotning jarayon davomida yo'qolishi kabi omillar hisobga olinadi.

Hisoblangan material balansidan, xomashyo va qo'shimcha materiallar sarfini, mahsulotning tannarxini, tayyor mahsulot chiqishi, reaksiya zona hajmini, apparatlar soni va hajmini, ishlab chiqarish quvvatini, ishlab chiqarishdagi yo'qolishlarni aniqlash mumkin.

Material balans asosida issiqlik balans hisoblanadi, bu esa yoqilg'iga bo'lgan talabni, issiqlik almashuvchi yuzani, yoqilg'i yoki sovituvchi agent sarfini aniqlashga imkon beradi. Bu hamma ma'lumotlar jadvalga yozib boriladi.

2.3.1-jadval

Material balans

Mahsulotlar kirishi				Mahsulotning chiqishi			
Dastlabki materiallar	kg	m ³	%	Mahsulot	kg	m ³	%
G ₁				G ₅			
G ₂				G ₆			
G ₃				G ₇			
G ₄				G ₈			
Jami				Jami			

2.3.1. Sarf- xarajatlar koeffitsiyentining hisobi

Misol. Quyidagicha tarkibli rudadan cho'yan eritib olishda (tarkibida 92% temir bo'lgan va bo'sh jinslari bo'lmagan zararli qo'shimchalarsiz xarajatlar koeffitsiyentini nazariy hisoblash.

Sapatli ohak FeCO_3 - 115.8 mol

Limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 373 mol

Getit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 355 mol

Fe_2O_3 - 159.7 mol

Fe_3O_4 - 231.5 mol

Yechim. 1 kmol FeCO_3 dan 1 kmol Fe olish mumkin yoki 115.8 kg FeCO_3 dan 55.9 kg Fe olish mumkin. Bu yerda 92 % 1 t cho'yan olish uchun qancha temir karbonat talab etiladi.

$$X = (1 - 0.92) \cdot 115.8 / 55.9 = 1.9 \text{ tn.}$$

Analogik ravishda boshqa rudalar uchun ham xarajatlar koeffitsiyentining nazariy hisobi qilinadi.

Nazorat savollari:

1. Jarayonlarning an'anaviy jarayonlardan farqli jixatlarini tushuntiring?
2. Temirni rudadan to'g'ridan to'g'ri olish jarayonlarining umumiy qonuniyatlari tahlilini bering?
3. Jarayonlarni olib borish uchun xizmat qiluvchi asosiy agregatlar tasnifini tushuntiring?
4. Metallurgik jarayonlarda materiallar balans deganda nimani tushunasiz?

2.4. Gidratlar va karbonatlarning parchalanishi, suvni yo'qotish

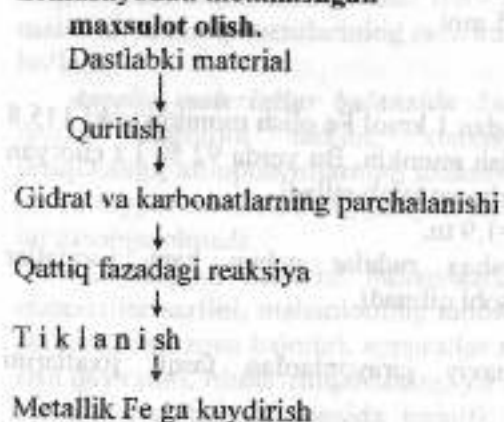
Kuydirilgan oksidli okatishlarni metallashtirish jarayonida tiklanish, issiqlik uzatish, qattiq va gaz holidagi muxitning xarakati katta ahamiyatga ega.

Agar bo'laklash jarayoni bilan metallashtirish jarayoni birgalikda olib borilsa, mustaqil jarayonlar soni ortadi, ularning o'zaro bog'liqligi esa murakkablashadi. Bulardan bir qanchasi metallashgan

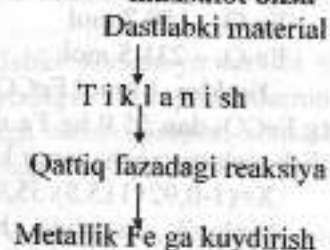
materiallar ishlab chiqarish ko'rsatgichlari hisoblanadi. Shuning uchun ular diqqat e'tiborni talab etadi.

Metallashgan materiallar ishlab chiqarish jarayonlari borishining umumiy sxemasini quydagicha tasvirlash mumkin.

1. Bo'laklash jarayoni paytida xomashyodan metallashgan



2. Bo'laklangan metallashgan maxsulot olish



Metallashtirish uchun kuydirishga tushayotgan metallash-tiruvchi okatish xomashyosi yetarli darajada zich, xar xil diametrdagi shar shakliga ega bo'ladi. Okatishlarni shunday qayta ishlash talab etiladiki, bir tarafdin okatishlarning butunligi saqlanishi kerak ikkinchi tarafdin jarayon sekinlashmasdan, dastgoxning ishlab chiqarish unumdorligi tushib ketmasligi kerak.

Kuydirish jarayonida okatishlar ikki xil turda parchalanib ketishi mumkin: okatishlar yuzasida yoriq xosil qiluvchi va yuqori xaroratda mayda bo'lakchalarga sochiluvchi **portlovchi** parchalanish.

Yoriq xosil bolishi quritish jarayonining boshlang'ich davrida quritilayotgan okatish xajmida namlik borligi xisobiga sodir buladi. Boshlanishida okatishdan fizika-mexanika kuchlari bilan ushlanib suv tomchilari yo'qotiladi. Quritishning bu bosqichida okatish o'zini egiluvchan yelim kabi nomoyon qiladi. Egiluvchanlik moduli, parchalanishga qarshilik shiddatli ortishi. Bu bosqichda okatish tarkibida mustaxkam bog'lagan suv molekulari mavjud bo'lishi

xisobiga o'zini egiluvchan plastik kabi nomoyon qiladi. Keyingi bosqichlarda qattik material yuzasidagi molekulyar kuch bilan ushlab turilgan kuchsiz bog'langan suv molekulari yo'qotiladi. Natijada okatishlarning struktura-mexanik xossalarini o'zgartirib mo'rt sinuvchan xolatga keladi.

Agar quritish jarayonida qavatlarning ayrim bo'laklarida qayta namlanish sodir bo'lsa, u xolda materiallarning mexanik xossalarida kuchli o'zgarishlar kuzatiladi. Bunda qayta namlangan xududlar erkin namlik bilan to'yinadi. Erkin namlikning ortiqchaligida material tez parchalanuvchan bo'lib qoladi. Bunda yoriqlar paydo bo'ladi, ba'zan bunday xolatlar sanoat sharoitlarida ko'proq kuzatiladi.

Quritish jarayoni boshlanishida kappilyar suv tomchilari yo'qotiladi, bu asosan yoriqlar xosil bo'lishi nuqtai nazardan xavfli hisoblanadi.

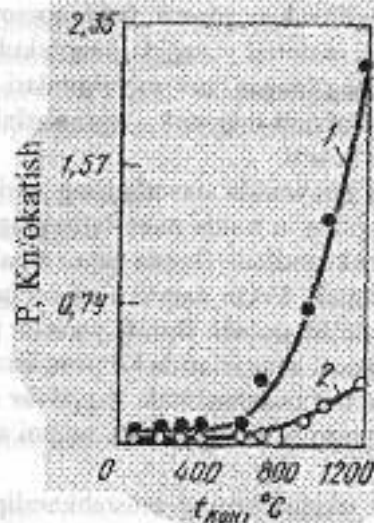
Quritilganda okatishlarning mustahkamligini ortishiga yordam beruvchi va to'sqinlik qiluvchi kuchlar ortadi.

Musbat va manfiy omillarning nisbati okatishlar tuzilishining o'ziga xos xususiyatidan kelib chiqib, xar xil bo'lishi mumkin.

Sanoat sharoitlarida okatishlarning pastki va o'rta qavatlari odatda yoriqlar xosil bo'ladi. Yoriqlar xar xil uzunliklarda bo'lib, 2 mm gacha bo'ladi. Yoriqlar tayyor maxsulotlarning mustaxkamligini shiddat bilan tushirib yuboradi. (2.2.-rasm)

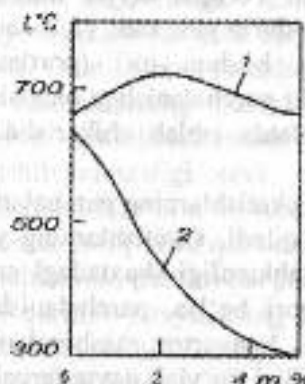
Parchalanishning boshqa turi (portlash) jarayonning oxirgi davrida kuzatiladi. Bu parchalanishga okatishlarning yuqori qavatlari duch keladi. Bu xolatda ishlab chikarishdagi yo'qolishlar 7% ga yetadi.

Quritish paytida okatishlarning parchalanishiga bir qancha texnologik omillar ta'sir qiladi. Okatishlarning yoriqlar xosil qilishi va parchalanishga mustahkamligi shaxtadagi namlikga bog'lik bo'ladi. Namlik qancha yuqori bo'lsa, parchalanish harorati shuncha past bo'ladi. Okatishlarni konvertor mashinalarida qavatlab quritishda, suvning qavat balandligi bo'ylab qayta tarqalishi kuzatiladi. Natijada qavatlarning qaysidir uchastkalarida qayta namlanish kuzatiladi, bu esa okatishlarning strukturaviy mustaxkamligini pasaytiradi.



2.2.-rasm. Kuydirish ohirgi haroratining okatish mexanik xususiyatiga ta'siri:

1-odatdagi okatishlar; 2-okatishlar yuzasidagi yoriqlari bilan.



2.3.-rasm. Okatishning termomustahkamligiga bentonit qo'shimchasining ta'siri:

1-Parchalanish harorati; 2-Yoriq xosil bo'lish harorati.

Bog'lovchi moddalarning miqdorining oshishi okatishlarning mustahkamligiga ta'sir qiladi. 3-rasm.

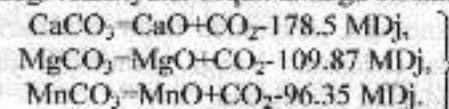
Okatishlanuvchi shixtalarni xarakterlovchi munosabat, 40-50% qattik moddalar, 15-20% namlik, 35-45% xavo. Okatish xosil qilishda gaz xosil qiluvchi faza kamayadi, quritishda esa teskarisi.

Okatishning sifatiga quritish texnologiyasi ham ta'sir qiladi. Kovak materiallarning quritilish nazariyasidan ma'lumki, dastlabki qizdirish yo'li bilan namlik gradientini tushirish mumkin. Okatishlarni dastlab qizdirib, keyin mashinada transportirovka qilish taklif qilingan.

Gidroskopik suvdan tashqari suvda gidratlar ham mavjud bo'ladi. Gidrat suvning bir qancha qismi bo'sh tog' jinslarida murakkab birikmalar ko'rinishida bo'ladi.

Ma'lumki, temir gidroksidlari suvni past haroratlarda oson yo'qotadi. Bunda 80-90 °C dan boshlab ligionit $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ getitga $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o'tadi. Getitning degidratsiyasi 320 °C dan boshlab sodir bo'ladi. Faqatgina bir qancha birikmalar suvni yuqori haroratlarga ushlab turadi. Kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 800-1000 °C gacha suvni o'zida ushlab turadi. Shuning uchun qiyin parchalanuvchi gidratlarni qayta ishlayotganda yuqori xarorat zonalarida issiqlik sarfini hisobga olish kerak.

Jarayonda namlik yo'qotishga yordam beruvchi qo'shimchalar jarayonda o'zini qanday tutishini bilish juda muhim. Shixta materiallari tarkibida kalsiy, magniy karbonatlardan tashqari marganets karbonatlari ham mavjud bo'lishi mumkin. Karbonatlarning parchalanishi quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshadi.



Nazorat savollari:

1. Gidratlar karbonatlar deganda nimani tushinasiz?
2. Gidratlarning jarayonga ta'siri qanaqa?
3. Suvni yo'qotish deganda nimani tushunasiz?

2.5. Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olishning zamonaviy texnologiyalari.

Romelt texnologiyasi.

Temirli rudalardan temirni ajratib olishda ilg'or texnologiyalardan biri bu domna jarayoni hisoblanadi. Domna jarayonining rivojlanishini chegaralovchi omillardan biri kokslangan ko'mirning yuqori sarfi va uning zaxiralarining kamayib borishidir.

Shular bilan bog'liq ravishda, domna jarayonida koks sarfini kamaytirishga qaratilgan chora tadbirlar ishlab chiqildi, (temir tarkibli xomashyolarni aglomerat yoki okatish ko'rinishida tayyorlash, chang ko'rinishidagi ko'mirni purkash, tabiiy gaz yoki kislorod). Xozirgi kunda gaz bilan tiklash bilan bir qatorda, yoqilg'i sifatida kokslanmagan energetik ko'mirdan foydalanishga qaratilgan texnologiyalar ustida ishlar amalga oshirilmoqda. Bu jarayonlarni quyidagi ikki guruhga ajratishimiz mumkin.

1. Past haroratli, bunda tiklanish 950-1100 °C da qattiq fazada sodir bo'ladi.

2. Yuqori haroratli 1400-1500 °C da suyuq fazada sodir bo'ladi.

Birinchi guruhga kiruvchi jarayonlar aylanuvchi trubali pechlarda va karuselli pechlarda olib boriladi, pechlarning ishlab chiqarish unumdorligi kam bo'lganligi sababli bu usul kamroq qo'llaniladi. Ikkinchi guruh jarayonlari esa suyuq fazada sodir bo'ladi, bu jarayonning rivojlanishi bir qancha istiqbolli hisoblanadi.

Hozirgi kunda ma'lum bo'lgan ikki bosqichli suyuq fazali jarayonlar Corex, Romelt, Dios, AISI, Hismelt usullari hisoblanadi.

Romelt texnologik jarayonida temir oksidlari yuqori haroratda suyuq eritmada tiklanadi. Yangi texnologik jarayonning asosiy prinsiplari quyidagilar hisoblanadi.

Xomashyo sifatida turli xil temir oksidli materiallarni, ularni dastlabki tayyorlash jarayonlaridan o'tkazmasdan foydalanishligi.

Temir oksidlarini yuqori haroratda, suyuq shlak vannasida uglerod bilan tiklash.

Jarayonda issiqlik va massa almashuv jarayonlarini intensivlashtirish uchun yuqori darajada kislorodga to'yintirilgan havoni shlakli vannaga puflash.

Maksimal darajada yoqilg'i bilan tiklash va yoqilg'i sarfini kamaytirish maqsadida pechdan chiqayotgan yonuvchi gazlar (SO va N₂)larni pechning shlak ustki hajmida oxirigacha yonishini ta'minlash.

Bular Romelt texnologiyasining muhim prinsiplari hisoblanadi. Buning tadbiriq etilishi (boshqa ikki bosqichli suyuq fazali tiklash jarayonlaridan farqli ravishda) jarayon bitta bosqichda, bitta agregatda amalga oshiriladi va cho'yan bilan bir qatorda energetik maxsulotlar (par, elektr energiya) olinadi, shuning uchun bu jarayon energotexnologik jarayonlar qatoriga kiradi.

Romelt texnologiyasi yordamida domna jarayoni maxsulotlaridan farqli ravishda tarkibida kremniy va marganets kam bo'lgan (0.05-15%) cho'yan olinadi. Bundan tashqari istalgan turdagi temir tarkibli xomashyolarni, ularni dastlabki tayyorlovchisiz qayta ishlash imkoniyati mavjud. Yoqilg'i sifatida metallurgik koksdan va ko'mirdan foydalaniladi, energetik yoqilg'ilar dastlabki tayyorlash bosqichlarini talab qilmaydi.

Romelt jarayonining texnologik sxemasi.

Temir tarkibli konsentrat, ko'mir va ohak uzluksiz ravishda Romelt pechiga yuklanadi. Hamma asosiy fizika-kimyoviy jarayonlar qizdirilgan shlak eritmasida vannaning barbotaj qilinayotgan zonasida sodir bo'ladi. Bular quydagilarni o'z ichiga oladi.

-temirli rudalarning erishi

-qattiq yoqilg'i bilan temir, marganets, kremniy oksidlarining tiklanishi.

-Suyuq metall va shlak hosil bo'lishi.

-Temirning uglerodlanishi.

Tiklanish natijasida xosil bo'lgan metall tomchilari shlak qavati orqali o'tib, pechning tag qismiga cho'ka boshlaydi. Shlak, bo'sh jinslar, ko'mirning kuli, flyuslardan hosil bo'ladi.

Shlak eritmasiga pastki formalar orqali kislorod havoli aralashma puflanadi. Kislorod havo aralashmasining asosiy vazifasi ko'mir tarkibidagi uglerodni oksidlab massa va issiqlik almashish jarayonlarini tezlashtirish uchun barbotaj hosil qilish. Ko'mirning yonishidan va uglerodning temir oksidi bilan reaksiyaga kirishishi

natijasida hosil bo'lgan gazlar shlak qavatidan o'tib uni intensiv aralashtiradi, natijada temir tiklanishining tezlashishi ta'minlanadi. Birgina bunda ajralib chiqayotgan issiqlik eritmani kerakli haroratda ushlab turish uchun yetarli emas. Buni ta'minlash uchun esa pechdan chiqayotgan SO va N₂ tarkibli gazlar pechda shlak eritmasining ustki qismida joylashgan formalar yordamida berilayotgan kislorod bilan oxirigacha yondiriladi.

Romelt pechkasi

Romelt pechkasiga quyidagi asosiy elementlar kiradi:

- Pechning ishchi hajmi va shlak va cho'yan cho'kuvchi xajm;
- Havo o'ruvchi tuynik (apteyk);
- Cho'ktiruvchi xajm va ishchi hajmdagi olovbardosh qoplamalar;
- Sovutuvchi elementlar va suvli sovutish sistemasi;
- Shlak va cho'yan chiqaruvchi tuynik (jelob);
- Shlak vannasiga pufluvchi pastki formalar;
- SO va N₂ ni oxirigacha yoqish uchun yuqorigi formalar;
- Cho'ktiruvchi hajm va shlak chiqaruvchi tuynikni qizdiruvchi gorelkalar;
- Romelt pechining ishlab chiqarish unumdorligi 31 t/s bo'lganda, uning tag qismi maydoni 24 m² ni tashkil etadi.

Pechning ishchi hajmi suyuq fazali tiklanish jarayonlarini amalga oshirish uchun xizmat qiladi va u quydagilarni o'z ichiga oladi:

- Eritish suyuq maxsulotlari uchun olovbardosh qoplamali vanna;
- Shlak eritmalari barbotaj bo'luvchi pechning pastki formali aktiv zonasi;
- Yuqori formalar bilan jihozlangan chiqindi gaz tarkibidagi yonuvchi moddalarni oxirigacha yondiruvchi zona;
- Pechning ishchi hajmi yuqori (shift) qismida shixta yuklash uchun ikkita tuynik bilan jixozlangan.

Ishchi hajm va shlak va metal cho'ktiruvchi qism umumiy karkasga ega.

Havo so'ruvchi tuynik (apteyk) pechning ishchi hajmidan yuqoriroqda joylashgan. Tuynikdan cho'yan va shlak cho'ktirish

zonasidan xam chiqindi gazlarni chiqarib oladi. Tuynik shlak cho'kuvchi tarafda joylashgan.

Shlak va cho'yan cho'kuvchi xajm pech ishchi hajmining yon qismida joylashgan va u bilan uzatuvchi kanal orqali bog'langan.

Shlak cho'kuvchi qismida shlakni davriy ravishda granula qiluvchi dastgoxga chiqarish uchun letkalar o'rnatilgan. Pechning tag pog'onasiga pech to'xtagan paytda pech xajmidagi xamma maxsulotni chiqarish uchun letkalar o'rnatilgan. Cho'yan va shlak cho'kuvchi hajmida olovbardosh qoplamali sovutuvchi qopqog'i mavjud. Qopqogda chiqindi gazlarni chiqarish uchun tuynuklar mavjud bo'lib, bu gazlardan namuna olish uchun ham xizmat qiladi.

Olovbardosh qoplama pechning tag qismi va ishchi hajm devorining past qismiga, pastki formalgacha cho'yan va shlak cho'ktirish hajmini himoyalash uchun qoplanadi.

Qoplama sifatida grafitli, magnezitli va xromitli olovbardosh materiallardan foydalaniladi.

Ishchi hajmining yon devorlariga shlak va cho'yan chiqarilishi uchun va ishchi hajmni cho'ktirgich bilan bog'lash maqsadida kanallardan foydalaniladi. Kanallarni olovbardosh materiallar bilan qoplash uchun xromli materiallardan foydalaniladi.

Metallni va shlakni davriy ravishda va butunlay chiqarish uchun tarnovlar o'rnatiladi. Tarnovlar pechning karkaslariga gardishlar (фланец) yoki ustunlar orqali qotiriladi. Kerakli paytda yechib olish imkoniyati mavjud.

Pechning sovutuvchi elementi sifatida yopiq konturda aylanuvchi kimyoviy tozalangan suv xizmat qiladi.

Pechga quyidagi forma va voronkalar o'rnatiladi.

Shlak vannasiga kislorod va havo purkovchi pastki qator formalar:

(SO i N₂) yonuvchi komponentlarni oxirigacha yondirish uchun kerak bo'ladigan kislorodni puflash uchun yuqori qatorga formalar;

Shlak tarnovini va cho'ktirgichni qizdirish uchun gorelkalar.

Kovshni qizdiruvchi moslama

Yuqori haroratlarda qizdiriluvchi, cho'yan tashuvchi kovshlar pechga cho'yan quyish vaqtida maxsulotni yuqori haroratda ushlab turish uchun uni 1200°C gacha qizdiriladi. Xar bir Romelt pechi uchun ikkita shunday kovsh xizmat qiladi.

Shlakni granula qiluvchi moslama

Pech oldi granulyatsiyalovchi dastgoxlarida suyuq shlakni qayta ishlash nazarda tutiladi.

Shlakni granulyatsiyalovchi texnologiya bo'yicha qotishma shlaklari maydalanadi, maydalangan shlaklar suvda sovutiladi. Bir vaqtning o'zida shlakning fizik issiqligi hisobiga granshlak suvsizlantirilib, quritilib yuklash traktiga yuboriladi.

Xar bir granulyatsiyalovchi moslama quyidagi texnologik liniyadan tashkil topadi:

Qabul qiluvchi uzal va shlakni granulyatsiyalovchi uzal;

Granshlakni suvsizlantiruvchi va konveyerga chiqarish uzali;

Yopiq suv ta'minoti sistemasi;

Par-havo aralashmasidan tozalovchi sistema va mo'ri.

Granulyatsiyalovchi dastgohlarning maksimal ishlab chiqarish unumdorligi 1 t/min gacha.

2.6. Temirli rudalardan metallashgan materiallar olish uchun shixta tarkibini hisoblash

2.6.1. Dastlabki ma'lumotlar

Shixta tarkibi hisobi 1 ta metallashgan material uchun olib boriladi.

1. Shixta tarkibini hisoblash uchun metallashgan material (cho'yan) tarkibi 2.6.1. -jadvalda keltirilgan.

2.6.1 -jadval

Metallashgan material (cho'yan) tarkibi

Elementlar miqdori, %					
Si	Mn	P	S	C	Fe
0,6	1,4	0,08	0,04	4,2	93,68

1. Temir tarkibli rudalar shixtasining 85% qismi flyuslangan aglomeratdan, 15% flyussiz okatishlardan tashkil topadi.

2. Marganetsli ruda, flyus va koks tarkibi quyida keltirilgan. Koks kuli tarkibi va unung koks tarkibiga qayta hisoblanganligi 2.6.2. -jadvalda keltirilgan.

2.1.1. -jadval

Materiallar tarkibi

Miqdori %	Material			Koks	Ruda
	Aglomerat	Okatish	Koks kuli		
Fe	53,20	62,20	17,78	1,81	54,55
Mn	0,09	0,07	1,14	0,12	0,09
S	0,028	0,020	0,816	0,083	0,027
P	0,044	0,039	0,358	0,037	0,043
Fe ₂ O ₃	62,11	85,52	25,40	2,59	65,62
FeO	12,50	3,00			11,08
Mn ₃ O ₄			1,58	0,16	
MnO	0,11	0,09			0,11
SiO ₂	10,50	4,00	42,80	4,37	9,53
Al ₂ O ₃	1,30	2,10	22,40	2,28	1,42
CaO	12,86	4,40	2,80	0,29	11,59
MgO	0,40	0,40	2,16	0,22	0,40
P ₂ O ₅	0,100	0,090	0,820	0,08	0,099
FeS	0,050				0,043
SO ₃	0,070	0,050	2,040	0,21	0,067
H ₂ O	0,54				0,46

2.1.2. -jadval
Marganetsli rudaning kimyoviy tarkibi

Miqdori, %							
Fe	Mn	S	P	MnO	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
	37,38			5,00	53,00	2,10	28,00
Miqdori, %							
Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	n.n.n.	H ₂ O	
3,00	2,00	1,40	0,15	0,35	5,00	12,00	

2.1.1. -jadval
Ohakning kimyoviy tarkibi

Fe	S	P	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂
			53,50	0,85	5,00	0,80	0,70	0,03	0,03	42,3

2.1.2. -jadval
Koks va uchuvchan moddalar tarkibi

Miqdori, %				
Koks tarkibi				
KulA ^c	Olingugurt S ^c	Uchuvchan	Uglerod C ^c	H ₂ O _{top}
10,20	1,81	1,20	86,79	3,10
Uchuvchan koks tarkibi, %				
CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
27,0	32,0	1,6	3,8	35,6

3. Qo'shimcha yoqilg'i sifatida tabiiy gazdan foydalaniladi. Tabiiy gaz sarfi 1 tn metallashgan mahsulotga 120 m³.

2.1.1. -jadval
Tabiiy gaz tarkibi

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
92,0	4,6	0,9	0,8	0,2

4. Metallashgan mahsulotlar olish sharoitlari.
 - a. Shlakning asosliligi 1,06.
 - b. Harorat 1200 °C.
 - c. Quruq par tarkibi: issiq par tarkibidagi kislorodning miqdori $\omega = 0,25$; azotning miqdori $(1 - \omega) = 0,75$.
 - d. Issiq havo namligi $f = 1,2\%$ (hajm bo'yicha).
 - e. To'g'ridan - to'g'ri tiklanishning rivojlanish darajasi $r_{d4} = 0,32$.
 - f. Vodorodning tiklovchilik qobiliyatidan foydalanish darajasi, 0,3-0,5. Hisoblashda $\eta_{H_2} = 0,4$ deb qabul qilingan.
 - g. Chiqindi gazlar harorati 300 °C.
 - h. Metallashgan mahsulot entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi: $Q_{cho'yan} = 147 + 0,756t$
Bu yerda t – metallashgan mahsulotning harorati, 1400-1450 °C cho'yan uchun. Hisoblashda 1410 °C deb qabul qilamiz.
 $Q_{cho'yan} = 147 + 0,756 \cdot 1410 = 1212,96$ kJ.
 - i. Shlakning entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi.
 $Q_{shlak} = 1459,5 + 2,1 \cdot (t - 1300)$ $t_{shlak} = 1300-1450$ °C da,
 $Q_{shlak} = 1774,5 + 1,68 \cdot (t - 1450)$ $t_{shlak} > 1450$ °C da.
Bu yerda t – slakning harorati (1470 °C).
 $Q_{shlak} = 1774,5 + 1,68 \cdot (1470 - 1450) = 1808,1$ kJ.
 - j. Issiqlikning yo'qolishiga quyidagilar kiradi: sovituvchi suv bilan yo'qoluvchi issiqlik, pech devorlari orqali konveksiya yo'li bilan yo'qoluvchi issiqlik, qiymati 1260 dan 2100 kJ/kg C_{max} ga hisoblashda 1260 kJ/kg C_{max} .
 - k. Ruda aralashmalarining koloshnik gazlari bilan yo'qolishi 2,7%, koks yo'qolishi – 1,2%.
 - l. Metan hosil bo'lishiga $\tau_{CH_4} = 0,8\%$ koks uglerodi sarflanadi.

2.6.2. Temir tarkibli materiallarning o'rtacha tarkibini hisoblash

$$[E]_{p.r.} = [E]_{agl} \cdot \eta_{agl} + [E]_{okat} \cdot \eta_{okat}$$

Bu yerda η_{agl} va η_{okat} – shixtadagi aglomerat va okatishning massa ulushlari.

Hisoblash natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Temir tarkibli ruda, flyus va marganetsli rudalarning harajat miqdorlari 1 tn metallashgan material olish uchun aniqlanadi. Shixtaning harajat koeffitsiyentlari balansli tenglama orqali olib boriladi. x, y va z harflari orqali ruda, marganetsli ruda va ohaklar belgilanadi.

Shixta komponentlaridan metallashgan materiallarning chiqishi

Metallashgan materiallarning chiqishi – bu kattalik bir birlik materialni eritganda hosil bo‘ladigan metallashgan material miqdorini ifodalaydi. Metallashgan materiallarning chiqishi elementlar orqali aniqlanadi. Metallashgan materiallar tarkibidagi elementlar (Fe, Mn, P, As, Ni, Cu, Cr, V va b.) miqdori shixta tarkibiga bog‘liq. Boshqa elementlar (C, Si, S, Ti) miqdori esa eritish sharoitlariga bog‘liq.

Shixta tarkibidagi elementlar eritish jarayonida cho‘yan, shlak va gazga tarqaladi.

Metallashgan materiallarning chiqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$q = \frac{Fe \cdot \eta_{Fe} + Mn \cdot \eta_{Mn} + P \cdot \eta_P}{100 \cdot [Si] - [C] - [S]} = \frac{A}{100 - B}$$

2.1.2. - jadval

Shixta materiallaridan metallashgan materiallarning chiqishini aniqlash

Parametr	Ruda aralashmasi	Marganetsli ruda	Ohak	Koks
Fe, %	54,550			1,810
Fe · η_{Fe}	54,277			1,801
Mn, %	0,087	37,380		0,120
Mn · η_{Mn}	0,048	20,559		0,066
P, %	0,043			0,037
P · η_P	0,043			0,037
A	54,368	20,559		1,904
B		4,840		
q	0,5713	0,2160		0,0200

Bu yerda Fe, Mn, P – Mos ravishda elementlarning materiallardagi miqdori; η_{Fe} , η_{Mn} , η_P – elementlarning cho‘yanga o‘tish koeffitsiyentlari, massa birligida; [Si], [C], [S] – Mos ravishda elementlarning metallashgan materiallardagi miqdori.

Cho‘yanga o‘tuvchi boshqa elementlar mavjudligida bu ifodaga mos ravishda qo‘shimcha ko‘paytuvchilar kiritiladi.

Shixtadan metallashgan materiallarning chiqishi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$q_{Fe} \cdot x + q_{Mn} \cdot y + q_{Mn} \cdot z = 1000 \\ 0,571x + 0,216y = 1000$$

Shixta komponentlarida marganetsning balansi

Agar har bir shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganetsning miqdorini cho‘yan tarkibiga kerak bo‘ladigan miqdorga hisoblasak, unda marganetsning ortiqchaligi yoki yetishmovchiligi kelib chiqadi.

2.1.3.-jadval

Shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganetsning ortiqchaligi (yetishmovchilik)

Parametr	Ruda aralashmasi	Marganetsli ruda
Mn · η_{Mn}	0,048	20,559
[Mn] · q	0,7990	0,3020
(Mn) = Mn · η_{Mn} - [Mn] · q	-0,7510	20,2570

Marganets balansini ifodalovchi tenglama quyidagicha ko‘rinish oladi:

$$-0,751x + 20,257y = 0.$$

Ma‘lum nordonlikdagi shlakda nordon va kislotali oksidlarning balansi

Har bir shixta komponentning nordonligi, shlakning belgilangan nordonligidan farq qiladi, shunda shixta komponentlarida nordon oksidlar miqdorining ortiqchaligi yoki kamligi kelib chiqadi:

$$\pm RO = CaO + MgO - B_{sh} \cdot (SiO_2 - \frac{60}{28} \cdot [Si] \cdot q + Al_2O_3),$$

Bu yerda +RO – shixta komponentlarida nordon oksidlar miqdorining ortiqchaligi yoki kamligi; CaO, MgO va va.b. – mos ravishda shixta komponentlaridagi miqdori; B_{sh} – shlakning

belgilangan nordonligi; $60/28 - \text{SiO}_2/\text{Si}$ lar molekulyar massalari; $[\text{Si}]$ – cho'yanda kremniyning miqdori; $[\text{Si}]$ – ma'lum komponentdan cho'yanga o'tgan kremniyning miqdori.

Shixta komponentlaridagi ortiqcha va yetmagan nordonlarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

Nordonlik bo'yicha balans quyidagicha ko'rinish oladi.

$$(\pm \overline{RO})_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}} + (\pm \overline{RO})_{\text{Si}} \cdot M_{\text{Si}} + (\pm \overline{RO})_{\text{Mn}} \cdot M_{\text{Mn}} = 0$$

Shunda

$$\overline{RO}_{\text{Fe}} = 11,591 + 0,40 - 1,06 \cdot (9,525 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 - 0,571 + 1,42) = 1,167$$

$$\overline{RO}_{\text{Si}} = 2,0 + 1,40 - 1,06 \cdot (28,00 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 - 0,216 + 3,0) = -29,166$$

$$\overline{RO}_{\text{Mn}} = 53,50 + 0,85 - 1,06 \cdot (1,75 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 - 0,0 + 0,80) = 51,647$$

$$\overline{RO}_{\text{S}} = 0,286 + 0,22 - 1,06 \cdot (4,37 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 - 0,02 + 2,28) = 6,516$$

$$1,167x - 29,166y + 51,647z = 0.$$

Bitta birlik koks kulini shlakga o'tkazish uchun sarf bo'ladigan flyus sarfi;

$$z' = \frac{\overline{RO}_{\text{S}}}{\overline{RO}_{\text{Fe}}} z' = \frac{6,516}{1,167} = 0,126.$$

Barcha koks kulini shlakga o'tkazish uchun sarf bo'ladigan flyus sarfi

$$z = z' \cdot K = 0,126 \cdot K.$$

Shunday qilib, quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} 0,571x + 0,216y = 1000 \\ -0,751x + 20,257y = 0 \\ 1,167x - 29,167y + 51,647z = 0. \end{cases}$$

Tenglamalar sistemasini yechib, quyidagi natijalarni olishimiz mumkin:

$$x = 1727,092 \text{ kg}; \quad y = 64,029 \text{ kg}; \quad z = 2,867 \text{ kg}.$$

Nazorat savollari:

1. Texnologiyaning mohiyatini yoriting.

2. Tiklanish jarayoni qanday yoqilg'i yordamida amalga oshadi?

3. Energiya tejamkor texnologiya deganda nimani tushunasiz?

4. Aktivlik koeffitsiyentiga ta'rif bering.

5. 1 % li standart eritmaga nisbatan aktivlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

6. Fe – Al eritmasi uchun aktivlik koeffitsiyenti qanday formula orqali aniqlanadi?

2.7. Temir va temir oksidlarining xossalari

Temir metallar orasida alohida ahamiyatga ega. Temir va uning qotishmalarini ishlab chiqarishning rivojlanishi bilan sanoatning hamma tarmoqlarining texnik jarayonlari rivojlana boshladi. Qattiq temirning ikkita turli modifikatsiyalari mavjud: α -temir 20°C da elektron panjaralari markazlashgan kub shaklga ega, markaziy panjarasi $2,8606 \text{ \AA}^0$ va γ -temir, 906°C da elektron panjarasi markazlashmagan kub shaklga ega, markaziy elektron panjarasi $3,59 \text{ \AA}^0$ ga teng.

768°C gacha α -temir o'zining magnitlanish xossasini saqlab turadi.

768°C dan 906°C gacha magnitlanish xususiyatiga ega bo'lmagan β -temir xolatida bo'ladi. 906°C da β -temir γ -temirga o'tadi. Harorat 1401°C da γ -temir δ -temirga aylanadi.

Temirning o'tish haroratida xususiyati juda tez o'zgaradi. Temir quyidagi fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega:

Atom massasi 55,84

α -temirning atom massasi – 7,19

solishtirma og'irligi

α -temir 7,87-7,88

γ -temir 20°C da 8,1-8,2

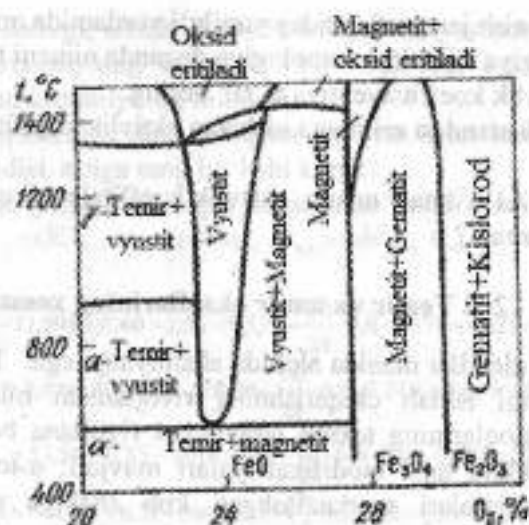
erish harorati 1539°C

qaynash harorati 3200°C

qaynash issiqligi 3650 kkal/mol;

bug'lanish issiqligi 84200 kkal/mol

1600°C da qovushqoqligi – 0,060 pz.



2.1.3. -rasm. Fe - O Xolat diagrammasi

Temirning qaynash harorati unga boshqa qo'shimcha elementlar qo'shganda kamayadi. Masalan: 1% uglerod 73 °C ga, 1% kremniy 12 °C ga, 1% manganets-3°C ga, 1% fosfor 30 °C ga tushiradi. Suyuq temir o'zida ko'plab boshqa metallarni eritish xususiyatiga ega. Unda quyidaga metallar Al, Cu, Mn, Ni, Co, Si, Sb lar chegaralanmagan tarzda eriydi. Fe_{1-y}O, Fe₃O₄ va Fe₂O₃ (7-rasm).

Vyustit tarkibida 23,1% dan 25,6% gacha O₂ bo'ladi. Vyustit NaCl kabi granmarkazlashgan kubik panjaraga ega bo'ladi. Agar panjaraning xamma uzellari mos ravishda kislorod ionlari bilan band bo'lsa, temir ionlari uzellida bo'sh joy mavjud bo'ladi. Shuning uchun panjarada uch valentli temir ionlari joylashgan bo'ladi, aks xolda elektronneytrallik sharti buziladi.

Ortiqcha musbat zaryadlangan temir ionlari panjara bo'ylab ikki va uch valentli temir ionlari orasida ko'chib yuradi. Bu zaryadlar defekt elektronlar deb nomlanadi, ular elektr toki tashuvchilar hisoblanadi va vyustitning elektr o'tkazuvchanligini keltirib chiqaradi.

Temir ionlarida bo'sh joy borligi tufayli, panjara bo'ylab temir ionlari xarakatlanadi, bunda temir ionlaridagi bo'sh joy qarama-

qarshi yo'nalishga adashadi. Temirning vyustitga o'z-o'zini diffuziyalash koeffitsienti D^{Fe} bilan vakantsiya D^v diffuziyasi orasida bog'liqlik mavjud:

$$yD_b = (1-y)D^{Fe}$$

y- Bo'sh joy konsentratsiyasi.

Bo'sh joy koeffitsienti unga bog'liq emas va quyidagicha topiladi:

$$D_b = D_0 b \exp(-27800/RT), \text{ gde } D_0 b = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ sm}^2/\text{s}.$$

Bo'sh joy konsentratsiyasi bilan vyustitning doimiy panjarasi deyarli chiziqli o'zgaradi.

2.7.1.-jadval

Vyustitning tarkibi va parametrlari

Tarkibi	Temir miqdori, %	Panjara o'lchami, nm	zichligi g/sm ³	Tarkibi	Temir miqdori, %	Panjara o'lchami, nm	zichligi g/sm ³
Fe _{0,91} O	47,68	0,4282	5,613	Fe _{0,93} O	48,23	0,4292	5,658
Fe _{0,92} O	47,85	0,4285	5,624	Fe _{0,945} O	48,65	0,4201	5,728

7500 °C da Fe-Fe_{1-y}O va Fe_{1-y}O-Fe₃O₄ larning muvozanat chiziqlari kesishadi.

Binobarin, bundan past haroratlarda vyustit Fe va magnetitga ajralishi kerak.

Magnetit shpinnel turidagi panjaraga ega bo'ladi. Shpinnellar uchun xarakterli jixati ularning elektron panjalarida kislorod eng mustahkam kubik qavat hosil qilishi.

Magnetit α-Fe₂O₃ da sekin eriydi.

Magnetit ferrimagnitli, Kyuri harorati 627- °C. Magnetitning oksidlanishida Fe₂O₃ ning bir xil ximik tarkibiga javob beradigan turli xil oksid fazalar olish mumkin.

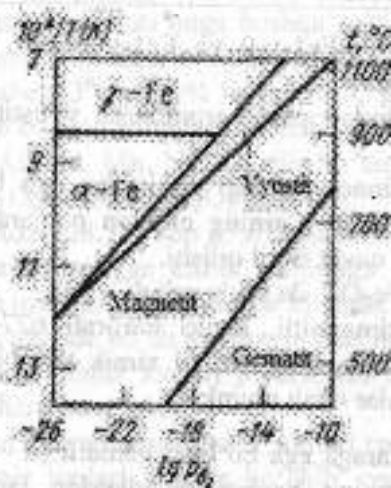
Trigonal panjaraga ega bo'lgan gematit (α - Fe₂O₃) mustahkam hisoblanadi, va uning boshqa oksidlardan farqli jixatlari 2.7.2.-jadvalda keltirilgan. Panjara parametri a=0,5427 nm. Gematit anti-ferromagnetit hisoblanadi.

2.7.2-jadval
Temir oksidlari xarakteristikasi.

Modda	Molekulyar atom massasi	Zichligi	Atomlarga nisbatan mol hajmlari	
			Temirning	Kislородning
Fe	55,85	7,86	1	—
Fe _{0,95} O	69,05	5,73	1,78	1
α-Fe ₂ O ₃	159,70	5,26	2,09	0,82-0,83
γ-Fe ₂ O ₃	159,70	5,355	2,13	1
Fe ₃ O ₄	231,55	4,4	2,55	0,93
		5,1	2,10	

Magnetit γ-Fe₂O₃ (α=0,8322-0,8340nm) ni ma'lum sharoitlarda olishadi. (asosiysi past xaroratlarda).

Temir oksidlarining termodinamik mustaxkamlik hududlari 5-rasmda keltirilgan.



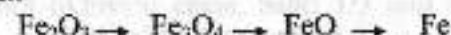
2.1.4. -rasm. Temir oksidlarining termodinamik mustaxkamlik xududlari.

Nazorat savollari:

1. Temir elementining necha xil oksidlari mavjud?
2. Erish jarayonida temir oksidlarining xossalari qanday o'zgaradi?
3. Temir oksidlari xossalari haroratning ta'siri qanday?

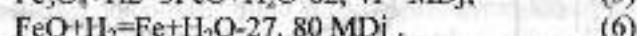
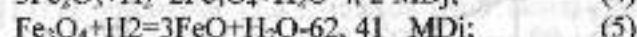
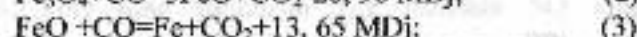
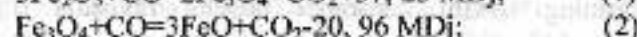
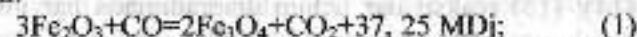
2.8. Temir oksidlarining tiklanish termodinamikasi

Temirning oksidlardan tiklanishi quyidagi sxema bo'yicha yuqori oksidlardan past oksidlarga tomon boqichma bosqich o'tish yo'li bilan amalga oshadi.



(570 °C dan yuqori) yoki Fe₂O₃ Fe₃O₄ Fe (570°C dan past).

Bunda Fe-O diagrammaga muvofiq, sistemada nafaqat past oksidlar va metallar, qattiq eritma ham xosil bo'ladi. Quyida temir oksidlarining gaz xolidagi tiklovchilar bilan tiklanish reaksiyalari keltirilgan:



Bu reaksiyalarning har biri uch komponentli va uch fazali reaksiyalar hisoblanadi. Binozarin, ularning xolatini xarakterlovchi kattaliklaridan (umumiy bosim, harorat, tiklovchi va tiklanuvchining partial bosimi) faqat ikkitasi o'zgarishi mumkin, qolganlari ularning funksiyalari hisoblanadi. Le-SHatele prinsipini inobatga olsak, u xolida reaksiya muvozanati umumiy bosimga bog'liq emasligini ko'rishimiz mumkin.

$$K = f(T) = \frac{P_{\text{CO}_2}(\text{h}_2\text{o})}{P_{\text{CO}}(\text{h}_2)} \quad (7)$$

va (4) reaksiyalar uchun mos ravishda

$$\lg K_r = -1720/T + 2,81 \text{ i } \lg K_r = -160/T + 4,48 \quad (8)$$

va (5) reaksiyalar uchun mos ravishda

$$\lg K_p = -1560/T + 2,00 \text{ i } \lg K_p = -3440/T + 3,67 \quad (9)$$

Bu reaksiyalar issiqlikkinig yutilishi bilan borganligi uchun muvozanat koeffitsienti harorat ortishi bilan ortadi, CO va H₂ larning miqdori esa aralashmada kamayadi.

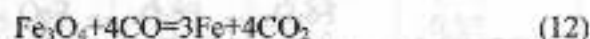
(3) reaksiyada issiqlik ajralishi kuzatiladi, natijasida esa harorat ortishi bilan reaksiya muvozanati chapga siljiydi. Bu reaksiya uchun

$$\text{LgKr} = 1190/T - 1,26 \quad (10)$$

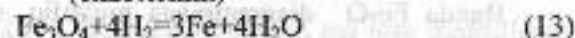
reaksiya endotermik, shuning uchun reaksiya muvozanati o'nga siljiydi.

$$\text{LgKr} = -690/T + 0,405 \quad (11)$$

Magnetitning temirgacha tiklanish reaksiyalari:

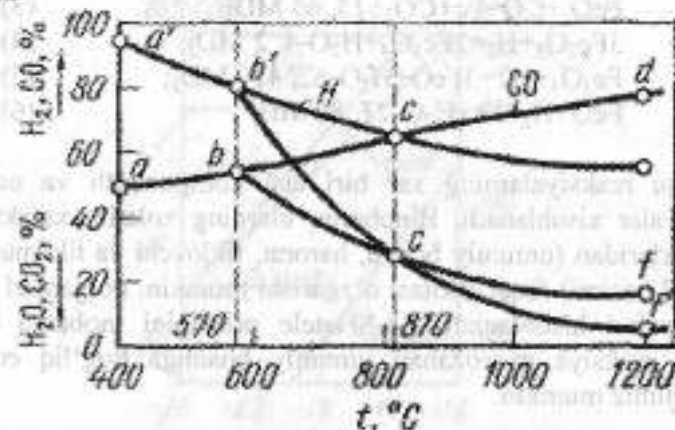


(ekzotermik)



(ekzotermik)

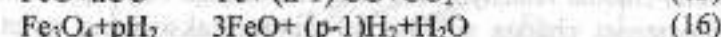
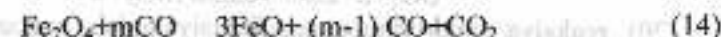
1-6 reaksiyalarning grafik ifodasi quyidagi rasmda keltirilgan. (1)-(6), (14), (15) reaksiyalar uchun diagrammada har bir liniyada gaz fazasining tarkibi haroratga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'ramiz.



2.8.1. -rasm. Fe-O-CO i Fe-O-H₂ muvozanat diagrammasi.

Liniya a-b (14), b-f (2), b-d (3), a-b (15), b-f (5), b-d (6). (1) va (4) reaksiyalarning liniyalari diagrammada yo'q, chunki ular obssissa o'qiga juda yaqin. Diagramma temir oksidlarini to'liq tiklash

uchun kerak bo'ladigan gazning tarkibi haqida ma'lumot beradi. Tiklovchi gazning ortiqchaligini inobatga olsak (2), (3), (5) va (6) reaksiyalar quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi.

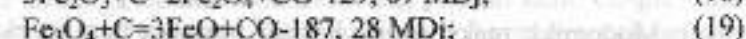
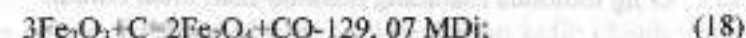


Reaksiya uchun 800°C da gazning muvozanat tarkibida 70% SO va 30% SO₂, shunda $K = 1/(n-1) = 30/70$; $n = 10/3$ bo'ladi. Shu kabi tiklash uchun 1 mol tiklovchi emas, balki 1/3 mol tiklovchi talab etiladi.

Egri chiziqlarning tahlili temir oksidlarining uglerod oksidi bilan tiklanish jarayonini shartli ravishda ikki "yengil" va "qiyin" jarayonlarga bo'linishini ko'rsatadi. Birinchi yengil bo'lakga temirning yuqori oksidlarining tiklanishini, ikkinchi qiyin bo'lakga esa, FeO ning tiklanishi kiradi. (14) va (15) reaksiyalarning borishi uchun gazli muhitda tiklovchi gazning yuqori miqdori talab etilmaydi. FeO ning tiklanishi gaz fazasida SO ning yuqori konsentratsiyasi bilan boradi.

(14)-(17) reaksiyalar 2.8.2.-rasmda temir oksidlarining vodorod va uglerod oksidlari bilan tiklanish termodinamikasida farq borligini tasvirlaydi. 810°C dan past haroratda vodorod SO ga qaraganda ancha kuchsiz tiklovchi hisoblanadi, modomiki aralashmada N₂ ning konsentratsiyasi uglerod oksidining miqdoridan oshiqcha bo'ladi. 810°C dan yuqori haroratlarda N₂ kuchli tiklovchiga aylanadi.

Temir oksidlarining qattiq uglerod bilan tiklanishi quyidagicha reaksiyalar bilan amalga oshadi:



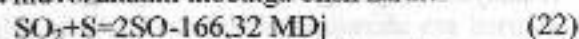
(20) reaksiya uchun

$$\text{LgKr} = -7730/T + 7,84 \quad (21)$$

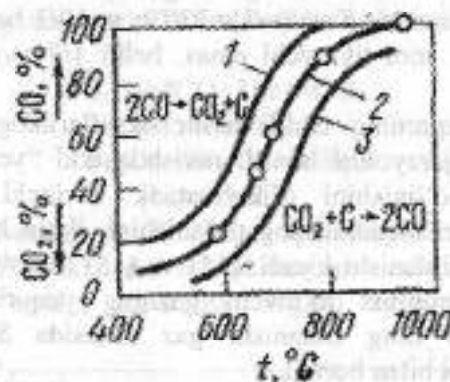
Manfiy issiqlik effektining yig'indisi effekt 4240 kDj/kg temir.

Qattiq uglerod ishtirokidagi temir oksidlarining tiklanishini taxlil qilishda

S-SO-SO₂ sistema muvozanatini inobatga olish zarur.

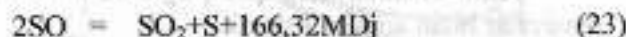


(20) reaksiya uglerodning gazifikatsiyalanish reaksiyasi yoki Bella-Buduar reaksiyasi deyiladi va bosimga bog'liq. Bosim ortganda muvozanat chapga siljiydi, 10-ramda reaksiyaning xolat liniyalari keltirilgan.

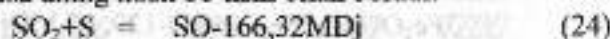


2.8.2.-rasm. Bosim, kPa: 1 – 50; 2 – 100; 3 – 150 bo'lganda C – CO – CO₂ sistema muvozanati.

(22) reaksiya qaytar reaksiya hisoblanadi. Muvozanat egri chiziqdan chap tomonda reaksiya uglerod oksidi parchalanishi tomonga boradi:



O'ng tomonda esa uning hosil bo'lishi bilan boradi:

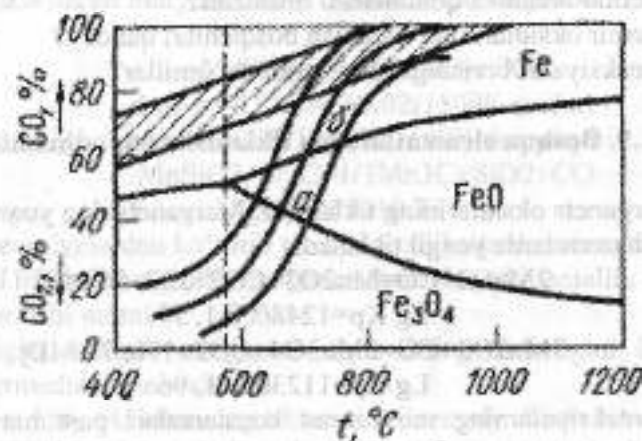


Modomiki, reaksiyaning borishi bosimga bog'liq ekan rasmda bitta gazning liniyasi emas, balki hamma gazlarning liniyalari keltirilgan.

Gaz yuqori harorat rayonlarida SO dan tashkil topadi, tiklashga shaxtali pechga kirayotgan gaz 15-16% SO₂ i 19-20% SO tarkibga ega bo'ladi yoki SO+SO₂ yig'indisiga qayta hisoblanganda 40-45%

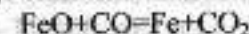
SO₂ i 55-60% SO. Pechda gazning real tarkibining o'zgarish diapozoni shtrixlangan. 2.9.3.-rasmda

Fe-O-CO i C-CO-CO₂ muvozanat sistemaning birlashgan diagrammasi keltirilgan.



2.8.3.-rasm. Fe-O-CO i S-SO-SO₂ xolat diagrammasi

Birlashgan diagrammadan ko'rinib turibdiki, yuqori haroratlarda gaz tarkibida SO₂, miqdori kam bo'ladi, chunki SO₂+S=2SO reaksiya tezligi juda yuqori. Shuning uchun yuqori haroratlarda tiklanish qattiq uglerodning sarfi bilan borgani bilan tiklash uchun uglerod oksidi xizmat qiladi. Bundan kelib chiqib tiklanish reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:



Gaz xolidagi tiklanish maxsulotning turidan kelib chiqib, tiklanish to'g'ridan to'g'ri va to'g'ridan to'g'ri bo'lmagan tiklanishga farqlanadi.

Tiklanish maxsuloti sifatida SO xosil bo'lsa to'g'ridan to'g'ri, SO₂ yoki N₂O xosil bo'lsa to'g'ridan to'g'ri bo'lmagan tiklanishga mansub bo'ladi.

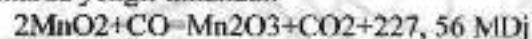
(25) reaksiya to'g'ridan to'g'ri tiklanish mexanizmini tushuntirish uchun qulay sxema hisoblanadi.

Nazorat savollari.

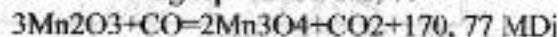
1. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
2. Temir oksidlarining tiklanish bosqichlari qanday?
3. Reaksiyalar borishiga ta'sir qiluvchi omillar?

2.9. Boshqa elementlarning tiklanish termodinamikasi

Marganets oksidlarining tiklanishi. Marganetsning yuqori oksidlari past haroratlarda yengil tiklanadi:

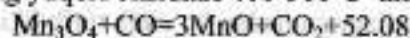


$$\text{Lg Kp} = 12480/T - 1,77$$



$$\text{Lg Kp} = 11230/T - 1,96$$

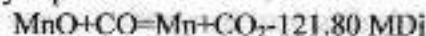
Bu reaksiyalarning muvozanat konstantalari past haroratlarda ham ancha yuqori, muvozanatdagi reaksiya gazlarida CO_2 ning miqdori kolosnikov gazlaridagiga qaraganda ancha yuqori. Shuning uchun marganetsning yuqori oksidlari $400-500^\circ\text{C}$ tiklanib bo'ladi.



$$\text{Lg Kp} = 525/T + 0,64$$

Bu reaksiya $600-1000^\circ\text{C}$ intervallarida sodir bo'ladi.

Metallashtirish jarayonida MnO ni uglerod oksidi bilan amaliyotda tiklashning iloji yo'q:



$$\text{Lg Kp} = -5350/T - 0,75$$

1200°C da $K_r = 10-5$. Reaksiya borishi uchun gaz fazasida SO_2 ning miqdori $0,01\%$ dan kam bo'lishi kerak, buning esa iloji yo'q. Gaz fazasidagi SO_2 tarkibi reaksiyaning davom etishi uchun $0,01$ dan kamni talab qiladi, bunga erishib bo'lmaydi. Ozigina miqdorda ham uglerod 4 oksidi mavjudligida ham reaksiya orqaga borishi mumkin.

Shu kabi marganets, marganets oksididan faqatgina quydagicha to'g'ridan to'g'ri tiklanadi:



$$\text{Lg Kr} = -14260/T + 8,36 \text{ (do } 1500\text{K)}$$

Marganetsning yuqori oksidlari ham qattiq uglerod bilan oson tiklanadi.

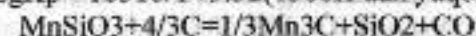
1100°C dan yuqori haroratda marganets karbida Mn_3C , xosil bo'ladi.

Silikatlardan marganetsning tiklanishi quyidagi reaksiyalar orqali boradi:



$$\text{Lg Kp} = -15560/T + 9,02 \text{ (1500K gacha)}$$

$$\text{Lg Kp} = -16310/T + 9,52 \text{ (1500K dan yuqori)}$$

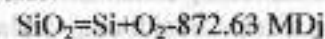


$$\text{Lg Kp} = -15310/T + 9,04$$

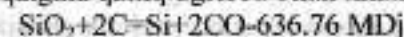
Reaksiyalardan ko'rinib turibdiki, silikatlardan marganets qattiq uglerod bilan tiklanganda, marganets karbida yoki metallik marganets xosil bo'lishi mumkin.

Ergan temirda marganets uglerodning aktivligini kamaytirib uning eruvchanligini oshiradi.

Kremniy oksidlarining tiklanishi. Kremniy shixta bilan birgalikda SiO_2 ko'rinishda keladi.



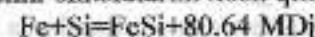
SiO_2 -qiyin eruvechi oksid bo'lib, yuqori dissotsialanish issiqligiga egaligi uchun kremniy yuqori haroratlarda tiklanadi va katta miqdorda issiqlik sarflanadi. Kremniy oksidini vodorod va uglerod oksidi tiklay olmaydi, faqatgina qattiq uglerod bilan tiklash mumkin.



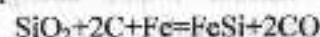
$$\text{Lg Kp} = -34380/T + 20,57 - 0,66\text{LgT} \text{ (qattiq faza)}$$

$$\text{Lg Kp} = -36240/T + 22,57 - 0,91\text{LgT} \text{ (suyuq faza)}$$

Kremniy temir silitsidlarini xosil qilishi mumkin



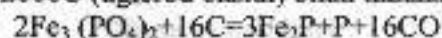
yoki



Kremniyning tiklanishiga pechdagi bosimi katta ta'sir qiladi. Bosim qancha katta bo'lsa, tiklanish shuncha va kech boshlanadi.

Fosfor oksidlarining tiklanishi. Fosfor metallashtirish jarayoniga uning tuzlari ko'rinishida keladi, fosforli tuzlarning asosiylari quydagilar vivianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ va apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{CaF}_2$.

Fosforning tiklanishi past haroratlarda boshlanadi. Birgina ahamiyatli jihati 900-1000°C da va yuqori haroratlarda (vodorod bilan) va 1000-1200°C (uglerod oksidi) bilan tiklanadi.



Tenglamalardan ko'rinishicha bir vaqtning o'zida temir va fosfor tiklanadi, temir fosforitini xosil qiladi. Fosfor yoki uning fosforitlari temirda aktiv eriydi va butunlay metall tarkibiga o'tadi.

Boshqa elementlarning tiklanishi. Vanadiyning beshta oksidi mavjud: V_2O_5 , V_2O_4 , V_2O_3 , VO , V_2O .

Vanadiyning yuqori oksidlari past haroratlarda gazlar bilan yengil tiklanadi, qattiq uglerod bilan esa faqat yuqori haroratlarda tiklanadi. (1200°C va yuqori).

Xrom analogik ravishda Mn va V kabi tiklanadi. Cr ni metallga o'tkazish uchun qattiq tiklovchining yuqori sarfi va yuqori harorat talab etiladi.

Eritmalar mavjudligida oksidlar tiklanishining asoslari.

Eritmalardagi oksidlarning tiklanishi.

Temirda erigan FeO oksidining tiklanishi misolida ko'rib chiqamiz.

To'g'ridan to'g'ri bo'lmagan tiklanish quydagicha sodir bo'ladi:



Sistema uch komponentli. Agar eritma to'yinmagan bo'lsa fazalar soni 2 ta (eritma va gaz) erkinlik darajasi esa 3 ga teng bo'ladi. To'yingan eritmalarga eritma bilan muvozanatda turgan oksid faza qo'shiladi va sistema ikki valentli bo'ladi. O'zgarish hajm o'zgarishsiz sodir bo'lganli sababli bosim muvozanatga ta'sir qilmaydi. Binobarin to'yinmagan eritmalarda gazning tarkibi FeO konsentratsiyasi va harorat orqali amalga oshadi, to'yingan eritmalarda esa faqat harorat orqali:

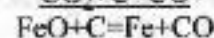
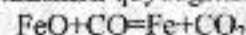
$$K' = a_{\text{Fe}} \cdot P'_{\text{CO}_2} / a_{\text{FeO}} \cdot P'_{\text{CO}} = a_{\text{Fe}} \cdot \text{CO}_2' / a_{\text{FeO}} \cdot \text{CO}',$$

Bu erda a_{Fe} va a_{FeO} temir va uning oksidining aktivligi; CO_2' va CO' – eritma tiklanganda SO_2 va SO larning muvozanat konsentratsiyalari. Agar $a_{\text{Fe}} = 1$, $a_{\text{FeO}} = \gamma_{\text{FeO}} N_{\text{FeO}}$, bu erda γ_{FeO} vyustitning aktivlik koeffitsienti; N_{FeO} eritmada vyustitning mollardagi ulushi, $K' = \text{CO}_2' / \text{CO}'$.

$$\text{SO}_2' / \text{CO}' = (\text{CO}_2' / \text{CO}') \gamma_{\text{FeO}} N_{\text{FeO}} \text{ ni xosil qilamiz.}$$

FeO ning konsentratsiyasi kamayishi bilan $\text{CO}_2' / \text{CO}'$ nisbatligi kamayadi ya'ni oksidning miqdori qancha kam bo'lsa, tiklash shuncha qiyin bo'ladi.

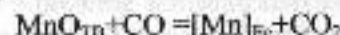
To'g'ridan to'g'ri tiklanish quydagicha sodir bo'ladi



Sistema to'yinmagan eritmalarda ikkivalentli, doimiy bosimda esa bir erkinlik darajasini oladi. Oksidning konsentratsiyasi kamayishi bilan uni tiklash qiyinlashadi.

Tiklanish maxsulotlarining eritmaga o'tishi.

MnOning tiklanishini ko'rib chiqamiz, bunda reaksiya maxsuloti (Mn) temirda eriydi:



Komponentlar soni 4 ga teng. Mn oksidi kam eriydi va amaliyotda mustaqil faza xosil qiladi. Temirning manganetsga to'yinmagan eritmasida sistema uch fazali (Mn eritmasi, MnO va gaz) bosimning ta'sirini inobatga olmay, quydagini xosil qilamiz.

$$K' = a_{\text{Mn}} \text{CO}_2' / a_{\text{MnO}} \text{CO}'$$

$$a_{\text{MnO}} = 1 \text{ i } a_{\text{Mn}} = \gamma_{\text{Mn}} N_{\text{Mn}} \text{ da}$$

$$\text{SO}_2' / \text{CO}' = \text{CO}_2' / \text{CO}' \cdot 1 / \gamma_{\text{Mn}} N_{\text{Mn}} \text{ ni olamiz.}$$

Bu yerdan ma'lumki, temirning erituvchisi mavjudligida qachonki $N_{\text{Mn}} < 1$ bo'lganda gazning muvozanat tarkibi toza metall olishdagiga qaraganda uglerod oksidiga kambag'al bo'ladi. Maxsulotning eritmaga o'tishida tiklanish yengillashadi, shuning uchun uning disosatsiyasi ortadi.

2.10. Qotishmadagi komponentlarning aktivligi bo'yicha hisoblar

Misol 2.10.1. Fe-Cu eritmasida 1823 K da misning aktivligi toza misning standart holatiga nisbatan quyidagicha:

x_{Cu}	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
a_{Cu}^R	0,1845	0,1416	0,0966	0,0494	0,0200

Fe-Su eritmasida 1% li standart eritmaga nisbatan misning aktivligini va aktivlik koeffitsiyenti f_{Su} ni aniqlang. Ifoda $\gamma_{Su} = 10,1$.

Yechish. 1%li standart eritmaga nisbatan misning aktivligini aniqlaymiz. Modomiki, eritmada misning konsentratsiyasi yuqori emas, unda aktivlikni hisoblash uchun soddalashtirilgan ifodadan foydalanamiz:

$$a_{Cu(1\%)} = a_{Cu}^R \frac{100 M_{Cu}}{\gamma_{Cu}^R \cdot M_{Fe}} = a_{Cu}^R \cdot \frac{100 \cdot 63,54}{10,1 \cdot 55,85} = 11,26 a_{Cu}^R.$$

Eritmada misning foiz ulushi:

$$[\%Cu] = x_{Cu} \cdot 100 \frac{M_{Cu}}{M_{Fe}} = x_{Cu} \cdot \frac{100 \cdot 63,54}{55,85} = 113,8 x_{Cu}.$$

Fe-Su eritmasida 1 % li eritmaga nisbatan misning aktivlik koeffitsiyenti:

$$f_{Su} = a_{Su(1\%)} [\%Su].$$

Mol ulushdagi eritma uchun $x_{Cu} = 0,02$; $a_{Cu(1\%)} = 11,26 \cdot 0,1845 = 2,08$; $[\%Cu] = 113,8 \cdot 0,020 = 2,28$; ni hosil qilamiz.

Eritmadaga misning boshqa konsentratsiyalari uchun analogik ravishda hisobotlar olib boramiz. Quyidagi jadvalda Fe-Su eritmasida 1823 K da $[\%Cu]$ konsentratsiyasi, $a_{Cu(1\%)}$ aktivligi va f_{Su} misning aktivlik koeffitsiyentini hisoblash natijalari keltirilgan.

2.10.2. - jadval Misning aktivlik koeffitsiyentini hisoblash natijalari

x_{Cu}	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
a_{Cu}^R	0,1845	0,1416	0,0966	0,0494	0,0200
γ_{Cu}	9,2	9,44	9,66	9,88	10,0
$[\%Cu]$...	2,98	1,71	1,14	0,57	0,23
$a_{Cu(1\%)}...$	2,08	1,59	1,09	0,56	0,23
f_{Cu}	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00

Shunday qilib, eritmada misning konsentratsiyasi kamayishi bilan aktivlik koeffitsiyenti f_{Cu} birga yaqinlashadi, aktivlik ifodasi esa $a_{Cu(1\%)}$ misning konsentratsiyasiga yaqinlashadi. Bu vaqtda temirda erigan mis eritmaları Raul qonunidan bir qancha og'ishni ko'rishimiz mumkin, bu esa aktivlik koeffitsiyentining yuqori ekanligidan dalolat beradi.

Misol 2.10.2. Fe-Al va Fe-Si binarli sistemalarda, 1600 °C da suyuq eritmalar uchun y) f_i va γ_i aktivlik koeffitsiyentlari orasidagi munosabatni aniqlash.

Yechish. Fe - Al eritmasi uchun f_{Al} aktivlik koeffitsiyenti formulaga muvofiq topiladi.

$$y) f_{Al} = \frac{\gamma_{Al}}{\gamma_{Al}^R} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%Al](M_{Fe} - M_{Al})}{100 \cdot M_{Al}} \right\}}.$$

Adabiyotlardan $\gamma_{Al}^R = 0,029$ ni topamiz.

Unda

$$f_{Al} = \frac{\gamma_{Al}}{0,029} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%Al] \cdot (55,85 - 26,98)}{100 \cdot 26,98} \right\}} = \gamma_{Al} \cdot \frac{34,5}{1 + 0,0107[\%Al]}.$$

Analogik ravishda f_{Si} va γ_{Si} lar orasidagi bog'liqlikni topamiz.

$$f_{Si} = \frac{\gamma_{Si}}{0,0013} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%Si] \cdot (55,85 - 28,09)}{100 \cdot 28,09} \right\}} = \gamma_{Si} \cdot \frac{769}{1 + 0,0009[\%Si]}.$$

Nazorat savollari:

1. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
2. Boshqa oksidlarining tiklanish bosqichlari qanday?
3. Reaksiyalar borishiga ta'sir qiluvchi omillar?
4. Aktivlik koeffitsiyenti deganda nimani tushunasiz?
5. 1% li standart eritmaga nisbatan misning aktivligi qanday aniqlanadi?
6. Fe-Al eritmasi uchun faol aktivlik koeffitsiyenti qaysi formulaga muvofiq topiladi?

Umumiy savollar.

1. Temirni rudadan bevosita olish yangi fan, texnika va texnologiya yutuqlarini aytib bering?
2. Dornna pechi yordamisiz temir olish usullari.
3. Temirni rudadan bevosita olish jarayonlarining roli va ahamiyati haqida tushuntiring?
4. Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olish jarayonlarini haqida tushuncha berish?
5. Jarayonlarning an'anaviy jarayonlardan farqli jihatlarini tushuntiring?
6. Temirni rudadan to'g'ridan to'g'ri olish jarayonlarining umumiy qonuniyatlari tahlilini bering?
7. Jarayonlarni olib borish uchun xizmat qiluvchi asosiy agregatlar tasnifini tushuntiring?
8. Gidratlar karbonatlar deganda nimani tushinasiz?
9. Gidratlarning jarayonga ta'siri qanaqa?
10. Suvni yo'qotish deganda nimani tushunasiz?
11. Texnologiyaning mohiyatini yoriting.
12. Tiklanish jarayoni qanday yoqilg'i yordamida amalga oshadi?
13. Energiya tejankor texnologiya deganda nimani tushunasiz?
14. Temir elementining necha xil oksidlari mavjud?
15. Erish jarayonida temir oksidlarining xossalari qanday o'zgaradi?
16. Temir oksidlari xossalari haroratning ta'siri qanday?
17. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
18. Temir oksidlarining tiklanish bosqichlari qanday?

19. Reaksiyalar borishiga ta'sir qiluvchi omillar?
20. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
21. Boshqa oksidlarining tiklanish bosqichlari qanday?
22. Reaksiyalar borishiga ta'sir qiluvchi omillar?
23. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
24. Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanishi?
25. Gazning tashqi diffuziyasi?

III-BOB. OKSIDLARNING TIKLANISH KINETIKASI

3.1. Oksidlarni tiklashdagi asosiy muammolar.

Adsorbion-avtokatalitik nazariya

Oksidlarning tiklanishi murakkab va ko'p bosqichli jarayon hisoblanadi.

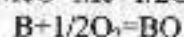
Umumiy xolda xar qanday tiklanish jarayonini ko'rib chiqqanda ikkita asosiy muammoni hal etish tilab qilinadi.

Oksiddan kislorodni olib tashlashga qaratilgan kimyoviy ta'sirlashish mexanizmi qanday muhitda boradi?

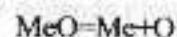
Jarayonning sxemasiga bog'liq ravishda, jarayonning umumiy tezligini aniqlovchi qaysi bosqich eng sekin boradi.

Umumiy xolda metall oksididan kislorodni chiqarib yuborish gaz fazasida metal-oksidi yoki past oksid-yuqori oksid chegarasida sodir bo'lishi mumkin.

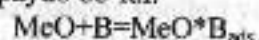
A.A.Baykov birinchilardan bo'lib oksidlarning tiklanish mexanizmi sxemasini quyidagicha deb taklif bildirgan:



Jarayon ikkita bosqichdan tashkil topgan: metal oksidining MeO dissosiasiyalanishi va tiklovchining oksiddagi kislorod bilan oksidlanishi. Ta'kidlash kerakki, dissotsiatsiya aynan (I) sxema orqali o'tishi kerak emas. Dissotsiatsiya atomar kislorod ajralishi bilan borishi ham mumkin:



O'ttizinchi yillarning o'rtalarida oksidlarning tiklanish mexanizmi to'g'risida adsorbionno-avtokatalitik nazariya nomi mashxur bo'lgan yangi tasavvur paydo bo'ldi.



Tiklanish reaksiyalari uchta bosqichda bo'lib o'tadi: tiklovchi gazning tiklanayotgan oksid yuzasiga adsorbsiyalanishi, oksid yuzasidagi kimyoviy reaksiya, tiklanish maxsulotining desorbsiyasi.

Shunga o'xshash, alohida jarayonlarning yig'indisidan iborat va xar qaysisi o'zining muvozanat konstantasi bilan xarakterlanadi. Umumiy xolda tiklanish quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

-Tiklovchi gazning temir ruda material bo'laklari yuzasiga urilishi (tashqi diffuziya);

-Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanishi;

-Tiklovchi gazning oksid yuzasiga adsorbsiyalanishi;

-Tiklovchi gaz yoki ionlarning qattiq fazaga diffuziyalanishi;

-Oksid molekulasidan kislorodni olish xususiy kimyoviy reaksiyasi;

-Metall fazasi kurtaklarining xosil bo'lishi (запорецмей);

-Tiklanish maxsulotlari desorbsiyasi;

-Tiklanish maxsulotlarining bo'lakcha kovaklaridan chiqarilishi;

Gazning tashqi diffuziyasi.

Ma'lumki, moddaning diffuziyasi sistemaning xar xil bo'laklarida, uning xar xil konsentratsiyalariga asoslangan va yuqori konsentratsiyadan past konsentratsiya tomon harakatlanadi. Bunday diffuziya molekulyar yoki erkin diffuziya deyiladi va Fikning ikkita qonuniga bo'ysinadi:

$$J = -D (\partial c / \partial x) \quad \partial c / \partial t = \partial / \partial x (D (\partial c / \partial x))$$

Bundan tashqari, temir tarkibli ruda materiallari bo'lakchalardan o'tuvchi gazning xarakatlanish paytida konvektiv diffuziya sodir bo'ladi, bu esa sistemaning alohida ulushlarida xar xil zichliklarga egaligi bilan asoslanadi. Bunday diffuziya faqatgina xarakatdagi muhitda kuzatiladi. Diffuziya tezligi oqim xarakatining xarakteriga bog'liq oqim xarakati laminar va turbulent bo'lishi mumkin. Kuzatilayotgan diffuziya tezligi quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin

$$J = D(C_1 - C_2/L)$$

Tashqi ko'chishni baxolashda odatda o'xshashlik mezonidan foydalaniladi. Reynolds mezonini xarakatdagi muhitning yopishqoqligi bilan inertsia kuchi orasidagi munosabatni xarakterlaydi.

$$\text{Re} = \rho u d / \eta,$$

Bu yerda, u -muxitning tezligi; f -muxitning zichligi; η - dinamik qovushqoqlik koeffitsienti; d -oqimning o'rtacha o'lchami.

Pekle mezoni konveksiya (udc/dx) va diffuziya (Dd^2c/dx^2) hisobiga ko'chuvchi moddaning miqdorini xarakterlaydi:

$Pe = ud/D$, gde D - gazning diffuziya koeffitsiyenti

Pe ning katta qiymatlarida molekulyar diffuziya konvektiv diffuziyadan kamroq bo'lishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, real sharoitlarda temir tarkibli bo'lakchali materiallar qavatlarida tiklanish jarayonlarida, tashqi diffuziya, tiklanish jarayonini limitlovchi hisoblanmaydi.

Material bo'lakchalari kovaklarida gazning diffuziyalanishi.

Kovaklarda gazlarning xarakatlanishi, agar kovaklarning o'lchami molekulaning erkin xarakatlanishiga imkon bersa, yuqorida keltirilgan qonuniyatga o'z kuchini saqlab qoladi. Kichkinaroq kovaklarda molekulalarning kovak devorlariga urilib xarakatlanishi katta kovaklarga qaraganda ancha ko'p. Gazning bunday xarakatlanishi molekulyar deb ataladi. Molekulyar diffuziya koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi.

$$D_k = 8/3d(RT/2\pi M)^{1/2}$$

Bu yerda, d -kovakning «foydali» o'lchami (r - kovakning aylanasini), diffuziya oqimi esa (1 sekunda $1m^2$ yuzadan o'tuvchi moddaning mollari miqdori) quyidagicha ifodalanadi.

$$J_k = 8/3d \Delta P/L(2\pi MRT)^{-1/2}$$

Bu yerda ΔP -diffuziya yo'li boshi va oxiridagi gaz bosimlarining farqi; L -kovak uzunligi.

Molekulyar diffuziya koeffitsienti bosimga bog'liq emas, bu vaqtda diffuziya oqimi kattaligi sifatida bosimga bog'liq bo'ladi.

Aktivlanish energiyasi E kovaklar o'lehamiga bog'liq. Molekulyar diffuziya oqimida $E=0$ bo'ladi. Judayam mayda kovaklar uchun

$$D_T = D_0 \exp(-E/RT)$$

Shuning uchun diffuziyaning bunday turi aktivlangan deyiladi. Bunday xolda diffuziya oqimi Fik qonuniga binoan quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$J = D_s \Delta C/L,$$

Bu yerda D_s - aktivlashgan diffuziya koeffitsienti; ΔS -qattiq material ichida diffuziya yo'li L bo'yicha gaz konsentratsiyasining o'zgarishi.

3.2. Fe-S sistemasida eksperimental ma'lumotlar bo'yicha hisobotlar

Misol: $1560^\circ C$ da Fe-C qotishmasining muvozanati haqidagi eksperimental ma'lumotlar asosida SO-SO₂ gazlar aralashmasi bilan standart holatdagi grafitga nisbatan uglerodning aktivligi aniqlangan. Bunda $a^R_C = 1$. Uchta tajriba bo'yicha o'rtachalash yo'li bilan olingan uglerodning uchta konsentratsiyasi uchun aktivlik ifodalari quyida keltirilgan:

$$\begin{array}{l} x_s \dots \dots 0,0090 \quad 0,0272 \quad 0,0543 \\ a^R_C \dots \dots 0,0060 \quad 0,0191 \quad 0,0596 \end{array}$$

0,1 dan 1,0% gacha konsentratsiyali uglerod uchun 1 % li standart holdagi eritmaga nisbatan aktivlik koeffitsiyentini aniqlash.

Yechim. Uglerodning uch xil konsentratsiyasi uchun γ_s aktivlik koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$x_s = 0,0090; \quad \gamma_s = \frac{a^R_C}{x_C} = \frac{0,0060}{0,0090} = 0,667;$$

$$x_s = 0,0272; \quad \gamma_s = \frac{a^R_C}{x_C} = \frac{0,0197}{0,0272} = 0,724;$$

$$x_s = 0,0543; \quad \gamma_s = \frac{a^R_C}{x_C} = \frac{0,0596}{0,0543} = 1,098;$$

Olingan γ_s ifodalarni $\gamma_s - x_s$ bog'liqlik grafigiga kiritamiz. Uglerodning mol konsentratsiyasiga ($x_C \rightarrow 0$), γ_s ifodani γ_s^0 qiymatidan foydalanib, $\gamma_s^0 = 0,665$.

f_s aktivlik konsentratsiyalariga mos ravishda uglerodning konsentratsiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$x_s = 0,0090; \quad [\%S] = 100 \cdot 0,0090 \cdot \frac{12}{55,85} = 0,19;$$

$$f_s = \frac{0,667}{0,665} \cdot \frac{1}{\left[1 + \frac{[\%C] \cdot (55,85 - 12)}{100 \cdot 12}\right]} = 1,01$$

Uglerodning boshqa konsentratsiyalari uchun ham analogik ravishda hisoblar olib boramiz.

$$X_C = 0,0272; \quad [\%C] = 0,58; \quad f_C = 1,02;$$

$$X_C = 0,0543; \quad [\%C] = 1,17; \quad f_C = 1,72.$$

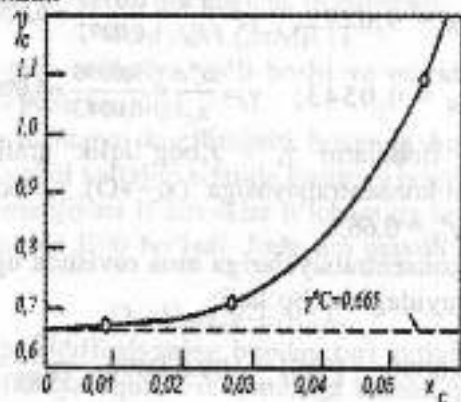
Shunday qilib, qotishmada uglerodning konsentratsiyalari 0,6% gacha bo'lganda, bunday eritmalar Genri qonuniga yaxshi mos kelishini va Raul qonunidan sezilarli darajada og'ishini ko'rishimiz mumkin. Uglerodning yuqori konsentratsiyalarida Genri qonunidan musbat og'ishni kuzatishimiz mumkin. Aytish kerakki, standart holdagi toza grafitni tanlayotganda Fe-C qotishmasida uglerodning yuqori va past konsentratsiyalarida Raul qonunidan turli xilda og'ishi kuzatiladi. Uglerodning suyuq temirda erishi chegaralangan. Uglerodning temirda erishi harorat bilan bog'liq.

$$[\%S]_{\text{max}} = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot (T - 273).$$

1833 K - $[\%S]_{\text{max}} = 5,30 \%$ yoki $x_S = 0,207$ haroratlar uchun uglerodning to'yingan temir eritmasida aktivlik koeffitsiyenti:

$$a_S = \frac{1,0}{0,207} = 4,83.$$

Shunday qilib, Fe-S sistemalarida uglerodning konsentratsiyasi 1,1 % dan yuqori bo'lgan hududlarda Raul qonunidan musbat tomonga og'ish kuzatiladi.



3.1.1. – rasm. 1560°C da Fe-C qotishmasida aktivlik koeffitsiyenti a_C ning uglerodning mol miqdoriga bog'liqligi

Nazorat savollari.

1. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
2. Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanishi?
3. Gazning tashqi diffuziyasi?
4. Fe-C qotishmasida grafitga nisbatan uglerodning aktivligi qanday aniqlangan?
5. Qotishmada C ning konsentratsiyalari qaysi qonunda sezilarli darajada og'ishini ko'rish mumkin?

3.3. Oksidlarning tiklanish kinetikasi, adsorbsiya qattiq fazadagi jarayonlar. Fazalar chegarasida reaksiya

Adsorbsiya

Qattiq materialning gaz bilan reaksiyaga kirishishi uchun ular orasida kontakt bo'lishi kerak. Lekin oksid bilan faqat molekullar ta'sirlashishi mumkin, buning uchun molekula qattiq material yuzasiga urilib, bir qancha vaqt o'tgandan keyin material yuzasiga singib bog' xosil bo'lishi kerak. Harorat yuqori bo'lgan xududlarda oksid yuzasida molekullar kimyoviy kuchlar ta'siri tufayli tiklanish shiddat bilan boradi. Kimyoviy adsorbsiyalangan molekullarda ichki molekulyar bog'lar susaygan bo'lishi yoki mutloqo yo'qolib ketishi mumkin. Qayta hosil bo'layotgan adsorbsion molekullar bilan qattiq material yuzasidagi element atomlari orasidagi bog' ancha mustaxkam bo'lib, keyingi adsorbsiyalanishda atomlar qattiq materialdan gazga o'tadi. Shuning uchun oksid bilan gaz orasidagi reaksiyaning maksimal tezligi bir vaqtning o'zida oksid yuzasiga urilgan gaz molekullari miqdori bilan chegaralanadi.

Oksid molekulasiga urilgan gaz molekullarining urilishlar sonini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin.

$$Z_i = P_i N_L / \sqrt{2} \pi R T M_i$$

Bu yerda R_i -tiklovchi gazning partial bosimi; M_i -tiklovchi gazning molekulyar massasi; N_L -loshmid soni, mol^{-1} .

Masalan, vodorod uchun 1000°C da va 98KPa da urilishlar soni $Z_i = 5 \cdot 10^{21}$ urilish/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$).

Gaz bilan qattiq material orasidagi ta'sirlashish kuchining o'lchumi va turiga qarab 2 guruhga bo'linadi: fizik adsorbsiya va xemosorbsiya. Fizik adsorbsiyaning samaradorligini gaz zarrachalari bilan o'zaro ta'sirlashish kuchi belgilaydi. Xemosorbsiyada o'zaro ta'sirlashish kimyoviy bog'larda namoyon bo'ladi. Bu vaqtda fizik adsorbsiyada adsorbsiyalanish issiqligi 10 kJ/mol dan oshmaydi, xemosorbsiyada adsorbsiya issiqligi kattaligi 800-900 kJ/mol bo'ladi.

Fizik adsorbsiya rudalarni tiklanish jarayonini limitlovchi bosqich hisoblanmaydi.

Qattiq fazadagi jarayonlar.

Tiklanishning boshqa geterogen jarayonlaridan farqli ravishda, jarayon boshlanishida reaksiya maxsulotlari qavatlar hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi. Jarayonning keyingi bosqichlarining borishi ana shu qavat xarakteristikasiga chambarchas bog'liq: kovak qavatlar hosil bo'lganda tiklovchi gaz, bo'lakchalar ichiga diffuziyalanadi. Mustaxkam qavat hosil bo'lganda, jarayon qattiq fazadagi reaksiya va diffuziyasiz sodir bo'lmaydi.

Gematitning tiklanish jarayoni borishida Fe-FeO , $\text{FeO-Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{O}_3$ lar bir biri bilan o'zaro aloqada bo'ladi. Vyustitning tushqi qavati tiklovchi gaz bilan o'zaro ta'sirlashadi masalan,



Jarayon oxirigacha davom etishi uchun tiklanishning qattiq maxsulotlarida diffuziya sodir bo'lishi kerak.

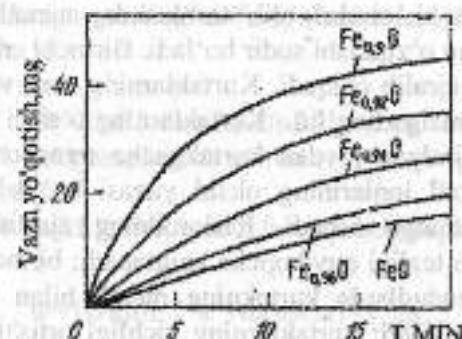
Tiklanishning umumiy tezligiga eng past okidning diffuziyasi ta'sir qiladi. Ichki qavatlardagi diffuziya tiklanish tezligiga ta'sir qilmaydi.

Diffuziya bilan birgalikda tiklanmagan maxsulotlarda qattiq fazali reaksiyalar sodir bo'ladi.



Tiklanish jarayoning qattiq fazadagi reaksiyalarsiz tasavvur etib bo'lmaydi. Qattiq oksid hajmining 10 % i tiklovchi gazni o'zidan o'tqazishi mumkinligi hisoblashlar yo'li bilan topilgan. Shuning uchun tasdiqlash joizki, tiklanishning xohlagan sharoitlarida, uni limitlovchisi qattiq fazadagi reaksiyalar hisoblanadi.

Misol tarzida Z.I.Nekrasov va V.F.Morozlarning oxirgi tadqiqotlarini yodga olishimiz mumki. 12-rasmda vyustitning xar xil nestexiometrik darajasi bilan tiklanishlari grafigi keltirilgan. Grafik tiklanish darajasining va vyustit kristal panjarasidagi bo'sh joy ulushining qattiq fazadagi diffuziyaga bog'liqligini xarakterlaydi.



3.2.1.-rasm. Vyustit nestexiometrikligining uning tiklanishiga ta'siri. (800°C da, vodorod bilan).

Fazalar chegarasida reaksiya

Tiklanish jarayoni sodir bo'lishi uchun oksid bilan tiklovchi o'zaro kontaktda bo'lishi kerak. Oksid bilan reaksiya sodir bo'lishi uchun nataricha vaqt davomida qattiq material yuzasida bo'lgan tiklovchi gaz molekulalari reaksiyaga kirishishi mumkin. Shuning uchun tiklanishning maksimal tezligi qattiq materialga urilgan tiklovchi gaz molekulalari miqdori bilan chegaralanadi. Adsorbsiyalangan molekulalar temir oksidlari bilan reaksiyaga kirishadi.

Mak-Kevin ifodasini, tiklanish darajasi $R = 1 - r_1^3 / r_0^3$ ni hisobga olgan holda quyidagicha yozish mumkin:

$$D_0 r_0 [1 - (1 - R)^{1/3}] = kt,$$

Bu erda R_1 -tiklanmagan qismning radiusi; r_0 -Oksid sharining dastlabki radiusi; d_0 -bo'lakchadagi kislorodning dastlabki miqdori; k -proportsionallik koeffitsienti.

Mak-Kevin tajribalari kovak bo'lmagan zich rudalar bilan bajarilgan. Birgina jarayonni kimyoviy reaksiya limitlashi mumkin, agar ruda bo'lakchalar yetarli darajada kovaklikka ega bo'lsa.

Metall kurtaklari xosil bo'lishi.

Oksiddan kislorodni olib tashlashda, metall yuzasida Me-O munosabatining o'zgarishi sodir bo'ladi. Birinchi erkin metall aloxida kurtak xolida ajralib chiqadi. Kurtaklarning soni va tarqalishi oksid yuzasi strukturasi bog'liq. Kurtaklarning o'sishi uchun metallning kisloroddan ajralgan joydan kurtakgacha transportirovkasi bo'lishi kerak. U metall ionlarining oksid yuzasi bo'ylab diffuziyalanishi yo'li bilan amalga oshadi. Kislorodning ajralish va metallning diffuziyalanish tezligi quydagicha aniqlanadi; birinchi kurtaklar xosil bo'layotgan hududlarda kurtakning metall bilan to'yinishi kuzatiladimi yoki yo'qligi; kurtaklarning zichligi ortishi bilan, kurtaklarning turi formasi va ularning rivojlanishi kurtaklarning zich qavatlariga yoki gubkaga aylanishi bilan aniqlanadi.

Metallgacha tiklanishda kovak gubkalar xosil bo'lishi kuzatiladi.

Umuman olganda kurtaklar xosil bo'lishi, xosil bo'layotgan qavatlar strukturasi o'zgartirib, tiklanish jarayoni kinetikasiga ta'sir qiladi.

Tiklanish jarayoni va uning limitlovchi bosqichi.

Tiklanish jarayonining alohida bosqichlarini ko'rib chiqib, quyidagicha xulosalar chiqarish mumkin: jarayon tezligini limitlovchi bosqichlar uchga bo'linadi, kovaklarga gazning diffuziyalanishi, fazalar chegarasidagi kimyoviy reaksiya va qattiq fazadagi jarayonlar.

Temir tarkibli materiallar ichki yuzasining tiklanish jarayonida qatnashish darajasi bo'lakchalarda gazning diffuziyalanish tezligi va uning kovak yuzasiga reaksiyasi munosabatlariga bog'liq. Agar diffuziyalanish tezligi tiklovchining qattiq oksid bilan xususiy reaksiyasi tezligidan ortib ketsa, unda SO va N₂ larning kovaklardagi kontsentratsiyasi bo'lakcha yuzasidagi kontsentratsiyadan farq qilmaydi va jarayonda xamma yuza qatnashadi. Bunday rejim kinetik rejim deb nomlanadi. Gazning qarama-qarshi munosabatda

kovaklardagi diffuziyasi bilan kimyoviy reaksiyasiga ichki diffuzion rejim deyiladi.

Ya.B.Zeldovich va E.Tilelarning ko'rsatishicha, ichki yuzadan foydalanilish darajasi ϕ , μ ga bog'liq.

$$M = \sqrt{2} RT / D, 273, (1)$$

Bu yerda k- kovak yuzasidagi jarayon tezlik konstantasi; D- bo'lakcha kovaklariga gazning diffuziyalanish koeffitsienti; r-kovak radius; T-harorat, K.

R - radiusli shar uchun ϕ

$$\phi = 3/\mu R [\text{cth}(\mu R) - 1/\mu R] \text{ ga teng.}$$

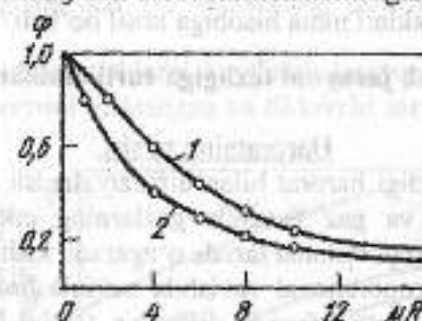
Qalinligi 2L bo'lgan plastina uchun

$$\phi = \text{th}(\mu L) / \mu L.$$

K.K.Shkodin va M.R.Kakavandi boshqa bog'liqlikni taklif qilishgan.

$$\phi = 16/\pi \mu R \int_0^1 x^2 + \text{th}(\mu R) \sqrt{1-x^2} dx,$$

Bu yerda x-koordinata kovak o'rtasidan shar markazigacha bo'lgan masofa. Hisob natijalari 1.11.-rasmida keltirilgan.



3.2.2. - rasm. Ichki yuzadan foydalanilish

3.2.3. darajasi hisobi natijalari:

1-Tile formulasi bo'yicha; 2-Shkodina-Kakavandi formulasi bo'yicha.

μR ning kamayishi bilan ϕ parametr 1 ga intiladi. Agar $\mu R < 0.2$, bo'lsa, unda $\phi > 0.993$.

Agar $\phi = 1 (\mu R < 0.2)$, unda tiklanishning kinetik rejimiga ega bo'lamiz.

$\mu R > 15$ bo'lganda, ichki diffuzion rejim amalga oshadi. $0,2 < \mu R < 15$ bo'lganda o'tish rejimi kuzatiladi. Bu ko'rsatgichning asosiy kamchiligi shundaki, materiallarda kovaklar har xil o'lchamga ega bo'ladi (1) formula esa faqatgina kovakning o'rtacha o'lchamini hisobga oladi. Shuning uchun S.T.Dostovuev ko'rsatgichi

$$S = \sqrt{\frac{k\alpha}{D\beta}} \cdot R,$$

bu erda k -kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi; D -kovalardan o'tuvchi gazning tezlik konstantasi; α -kovakning solishtirma yuzasi; β -kovakning solishtirma hajmi.

S ko'rsatgich ham kamchiliklarga ega. (S i μR) larning ikkovi ham qattiq fazadagi jarayonlarda qaysi bosqich limitlovchi ekanligini xarakterlab berolmaydi. Shunday qilib, bu ko'rsatgichlar faqat tiklanishning boshlang'ich bosqichlarini xarakterlashi mumkin.

Nazorat savollari.

1. Adsorbsiya nima?
2. Qattiq fazadagi jarayonlarga misollar keltiring.
3. Fazalar chegarasida qanday reaksiyalar oqib o'tadi?
4. Metall kurtaklari nima hisobiga xosil bo'ladi?

3.4. Tiklanish jarayoni tezligiga turli omillarning ta'siri

Haroratning ta'siri.

Diffuziya tezligi harorat bilan diffuziyaning tezligiga bog'liq: yirik kovaklarda va gaz fazasida gazlarning erkin xaraktatlanish tezligi $T^{0,5-1,0}$ ga proporsional tarzda o'zgaradi, kichik kovaklarda esa xattoki $T^{0,5}$ ga proporsional ravishda sekinlashadi. Gazning yoki komponentlarning qattiq fazada diffuziya tezligi bir-biriga bog'liq ravishda o'zgaradi, buning natijasida reaksiya yuzada jarayon keskin tezlashadi, bir vaqtning o'zida tiklovchi gaz ta'sir qiluvchi kovak yuzasi qisqaradi. Shuning uchun diffuziya tezligiga haroratning ta'siri yirik kovakli materiallar uchun keskin bo'lishi kerak.

Bosimning ta'siri.

Tiklanish jarayoniga bosimning ta'siri, tiklovchi turi va tiklanish sharoitiga bog'liq. Agar tiklovchi sifatida H_2 yoki CO dan foydala-

nilsa, unda qaysi bosqich limitlovchiligi bog'liq bo'ladi. Tashqi diffuziya jarayoni bosimga bog'liq emas.

Kimyoviy reaksiya tezligi v va tiklovchi gazning partial bosimi orasidagi bog'liqlik quyidagi tenglama orqali ifodalanadi.

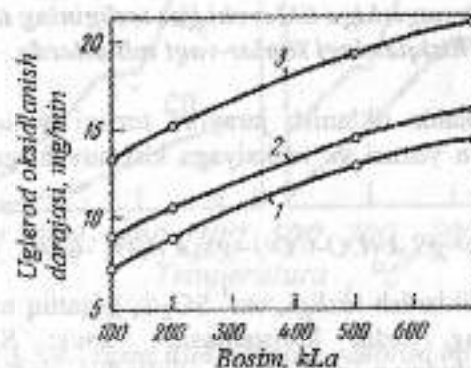
$$v = kp/(1+kp) \text{ yoki } v = kr^n,$$

bu yerda k , n -konstantalar, $n < 1$.

Shu kabi kinetik mintaqada gaz bilan tiklanish tezligi bosim oshishi bilan oshishi kerak. Bosimning o'zgarishi ichki diffuziya tezligiga sezilarli ta'sir qiladi. Shuning uchun bosimning oshishi gazning kovaklardagi diffuziyaning tezlashtiradi. Qachonki tiklanayotgan material kovaklari o'lchami kichik bo'lsa tiklanish tezligi ortadi.

Qattiq tiklovchilar bilan tiklanishda bosim ancha murakkab ta'sir qiladi. Bosim oshirilganda birinchi navbatda $CO_2 + C = 2CO$ muvozanati chapga siljiydi. Bunda bosimning oshirilishi reaksiyaning borishini tezlashtiradi. Tajriba ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, bosim oshishi bilan uglerodning gazifikatsiyalanish jarayoni tezlashadi. Faqatgina navbatdagi xar bir bosimning oshirilishi kam samara ko'rsatadi.

Ruda ko'mirli okatishlarni kuydirish jarayonida bosim oshishi bilan tiklanish jarayoni tezlashgan va tiklovchi sarfi sezilarli kamaygan.

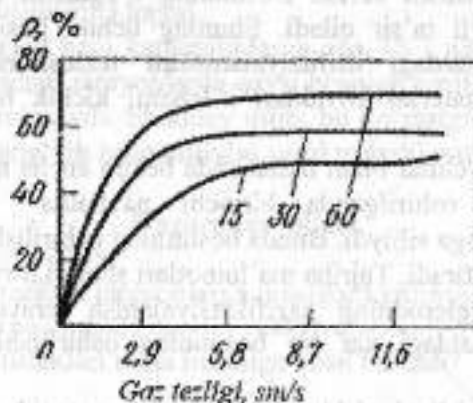


3.3.1.-rasm. SO_2 ning uglerod bilan ($900^\circ C$) o'zaro ta'sirlashuv tezligiga bosimning ta'siri;

1- koks; 2- koks; 3- koks.

3.3.2.-rasm. Tiklovchi gaz sarfining ta'siri.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, tiklovchi gaz sarfining aniqlangan ma'lum chegarasigacha oshirilishi tiklanish jarayonini anchagina tezlashtiradi. Yana uning sarfining oshirilib borishi, jara-yonga kam ta'sir qiladi va kritik chegaraga yetgandan so'ng u amaliyotda tildanish jarayoniga ta'sir ko'rsatmay qoladi. (15 rasm).



3.3.3. - rasm. 700°C haroratda magnetitning vodorod bilan tiklanish ko'rsatgichiga tiklovchi gaz tezligining ta'siri. Egri chiziqdagi sonlar-vaqt minutlarda.

Umumiy xolatda tiklanish jarayoni tezligi qattiq materialning samarali reaksiya yuzasi va reaksiyaga kirishuvchi gaz konsentrat-siyasiga bog'liq:

$$v \cdot g S_{\text{eff}} (CO-CO_2) = g S_{\text{eff}} k (CO_2-CO),$$

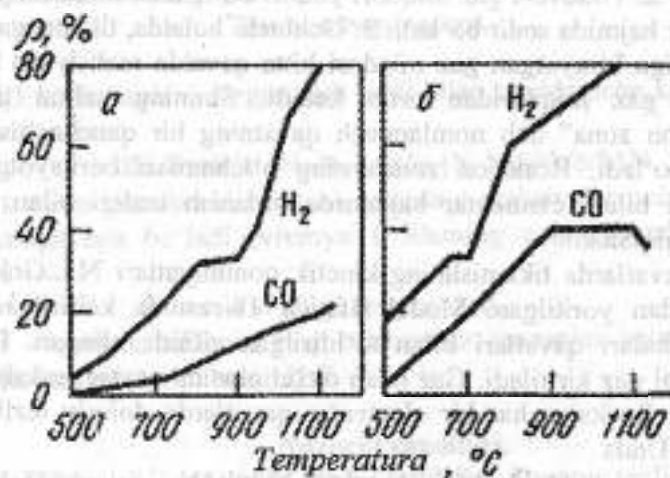
bu yerda v -tiklanish tezligi, $\text{sm}^3 \text{SO}_2/\text{s}$; g -qattiq modda massasi, g ; k -jarayonning tezlik konstantasi, sm/s ; S_{eff} - jarayonda qatnashuvchi xududning ichki yuzasi yig'indisi, sm^2/g ; SO , SO_2 va SO^* , CO_2^* - gazli aralashmalardagi komponentlar miqdori.

Tiklovchi gaz tarkibining ta'siri.

Tiklovchi gaz tarkibi uning sarfining va tezligining o'zgarishisiz ta'sir qiladi.

Ko'plab tadqiqotlar vodorod va uglerod oksidi bilan tiklash natijalarini solishtirishga bag'ishlangan. Vodorod temir oksidini past va yuqori xaroratlarda tiklashda, uglerod oksidiga qaraganda ancha energetik tiklovchi hisoblanadi. Buning muhimligi shundaki, bunda pechga gaz xoldagi va suyuq uglerodlar puflanadi, bu esa domna pechi gazida vodorod ulushining oshib ketishiga olib keladi. 16-rasmda 1.5 mm li magnitli temir va rudaning turli haroratlarda 10 min davomida tiklanish natijalari keltirilgan. Bu va boshqa dalillar gazli aralashmaga vodorod qo'shilganda tiklanish jarayoni tezlashishini tasdiqlaydi.

Tiklovchi gaz tarkibining o'zgarishi, boshqa sharoitlar kabi turli tuzilishli materiallar tiklanish tezligiga har xil ta'sir qiladi. Tiklovchi aralashma tarkibida kislorod miqdori oshganda materiallar tiklanishi tezlashadi.



3.3.4.- rasm.Rudalarning vodorod bilan va uglerod oksidi bilan tiklanishi: a - magnetitli temir oksidi; b - ruda

Temir birikmalari va temir oksidlari xossalari va tuzilishining ta'siri.

Tiklanish tezligiga temir oksidlari asosida qattiq eritma xosil bo'lishi ta'sir qiladi. Tajribalarning ko'rsatishicha 1-10% CaO ning vyustitga qo'shilishi uning tiklanuvchanligini oshiradi. Tiklanishning oxirgi maxsuloti bo'lib, CaO va metallik temir hisoblanadi. MnO ning qo'shilishi ham temir oksidining tiklanuvchanligini oshiradi.

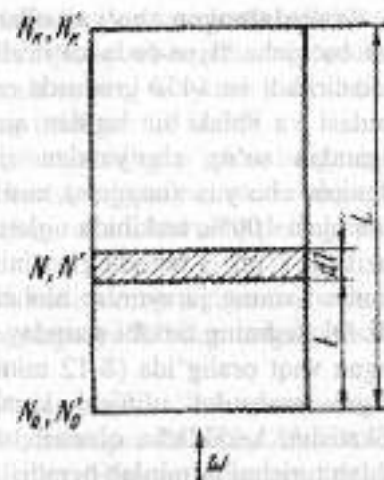
Zarracha qavatlarida tiklanish jarayonining asoslari.

Birgina zarrachaning tiklanishidan zarrachalar qavatlarining tiklanishiga o'tishida sharoit o'zgaradi. Ko'pgina xollarda tiklanish qavatlar ustidan yoki pastidan berilayotgan gazlarning filtrlanishi yo'li bilan boradi. Bunda uchta rejim bo'lishi mumkin. 1. Gaz tezligi past bo'lganda jarayon reaksiyasi gazning kirish zonalarida sodir bo'ladi. 2. Tiklovchi gaz miqdori yuqori bo'lganda tiklanish jarayoni qavatlar hajmida sodir bo'ladi. 3. Uchinchi holatda, tiklamagan qavat qismlariga kirayotgan gaz miqdori bitta qavatda reaksiyaga kirishayotgan gaz miqdoridan ortib ketadi. Shuning uchun tiklanish "reaksion zona" deb nomlanuvch qavatning bir qancha qismlarida sodir bo'ladi. Reaksion zonalarining o'lchamlari berilayotgan gaz miqdori bilan, elementar hajmlarda tiklanish tezligi bilan va b.lar bilan aniqlanadi.

Qavatlarida tiklanishning kinetik qonuniyatlari N.L.Goldshteyn tomonidan yoritilgan. Model sifatida 18-rasmda keltirilgan oksid bo'lakchalari qavatlar bilan to'ldirilgan silindr olingan. Pastidan tiklovchi gaz kiritiladi. Gaz bilan oksid orasida qaytar reaksiya sodir bo'ladi. Reaksiya har bir elementar qavatlarida doimiy tezlik bilan boradi. Unda

$$d\alpha/d\tau = k(N_p - N') = k(N - N_p) = k\Delta N, \quad (3.1.)$$

Bu yerda $d\alpha/d\tau$ vaqt birligida ma'lum hajm xosil bo'luvchi tiklanish maxsulotlari miqdori (CO_2 yoki H_2O), $d\ell$ - tiklovchi gazning elementar qavatlarida bo'lish vaqti; k - tezlik konstantasi; N_p i N - oksidlovchining faktik va muvozanat konsentratsiyalari; N_p va N - lar ham tiklovchilar uchun. 18-rasm.



3.3.5.-rasm. Qavatlarida tiklanish sxemasi (N_0 va N_p - kirishdagi tiklanish konsentratsiyasi; N'_0 i N'_p - kirish va chiqishdagi maxsulot konsentratsiyalari).

(3.1.) formulani o'zgartirish yo'li bilan quyidagicha ko'rinishga ega bo'lamiz.

$$dN'/dx = k/\omega (N' - N_p) = k/\omega (N - N_p) = k/\omega \Delta N \quad (3.2.)$$

k va ω kattaliklari birinchi qatordagi reaksiyalar uchun bir xil o'lchamga ega bo'ladi (vremya^{-1}). Shuning uchun bunday xollar uchun

$$k/\omega = U \text{ ga teng bo'ladi.}$$

U - qavatda tiklanishning o'lchamsiz mezonini belgilaydi, bu kattalik jarayon turini belgilaydi.

Nazorat savollari.

1. Tiklanish jarayonida bosim orttirilsa jarayon tezligi qanday o'zgaradi?
2. Haroratning ta'sirini aytib bering?
3. Tiklovchi gaz bosimi va konsentratsiyasi orttirilsa nima bo'ladi?

3.5. Granulalangan cho'yan olish texnologiyasi.

Bu texnologiya bo'yicha flyus-ruda-ko'mirli okatish tagi aylanuvchi pechlarda qizdiriladi va 1450 gradusda eriydi, tiklanadi natijada cho'yan granulasi va shlak bir biridan ajraladi. Shlak oxirgi bosqichda sovutilgandan so'ng cho'yandan ajraladi va pechdan chiqishda granulalangan cho'yan (naggets) xosil bo'ladi. Cho'yaning metallashish darajasi 100%, tarkibida uglerodning miqdori 1,5-4,5 % gacha yetkaziladi. ITmk-3 texnologiyasining asosiy xarakterli xislati shundaki, bunda hamma jarayonlar alohida nam okatishning o'zida sodir bo'ladi. Okatishning tarkibi shunday tanlanadiki, hamma jarayonlar belgilangan vaqt oralig'ida (8-12 minutda) tugab, kerakli tarkibga ega bo'lgan mahsulot olinishi kerak. Pechning ichki atmosferasi nam okatishni kerakli qizdirib, okatishning atrofida tiklash muhitini ushlab turishni ta'minlab beradi.

Sochiluvchan materiallarni to'g'ridan to'g'ri tiklash jarayonida materiallarni bir muncha noaniq tarkib bilan ishlab chiqarishadi. Modomiki, ITmk3 jarayonlarida issiqlik va massa almashuvi alohida xar bir okatishning o'zida sodir bo'ladi, shuning bilan bu jarayon xomashyo materiallarining xususiyatlarining o'zgarishiga egiluvchan (gibkiy) bo'ladi. Tarkibida 5% zararli moddalar mavjud bo'lgan naggets-lardan po'lat olishda, bu zararli moddalar metall vannasining yuzasiga qalqib chiqib ajralishi qiyin bo'lgan shlak xosil bo'ladi. Suyuq po'latda erigan oltingugurt va fosfor kabi elementlar tayyor mahsulotning fizik xususiyatlariga yomon ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun suyuq po'latni qo'shimcha desulfurizatsiyalantiradi. Ko'rishimiz mumkinki, naggets-lar ishlab chiqarishda okatish xomashyosiga CaO tarkibli moddalarni qo'shib, shlakning asosligi o'ttirilganda naggets-lar tarkibida oltingugurtning foizini kamaytirish mumkin. Naggets-lar tarkibida 0,08 % va undan kam miqdorda oltingugurt bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Agar cho'yan bo'lakchalarining o'lchami 3 mm dan kam bo'lsa, ularni pechdan chiqarishda muammolar yuzaga keladi bundan tashqari, shlak komponentlari bunday bo'lakchalar bilan aralashib ketadi. Okatishlar o'lchamining yuqori chegaralari texnologik talablar orqali belgilanadi. O'lchami 25 mm gacha bo'lgan naggets-larni olish uchun xomashyo sifatida juda katta o'lchamli okatishlardan

foydalanish talab etiladi. Bunday katta o'lchamdagi okatishlardan foydalanishda erish, qattiq tiklanish, uglerodlanish jarayonlariga issiqlik yetkazib berish vaqtini uzaytirib yuboradi. bu esa jarayonning samaradorligini pasaytirishga olib keladi.

Granulalangan cho'yanning o'lchamlariga juda ko'plab omillar ta'sir ko'rsatadi (okatish o'lchami, materialning tarkibi, ruda turi, pechning harorat rejimi, okatishlarning pechga yuklanish intensivligi va h.

Pechga yuklash tezligi ortib ketganda pechning tubida uglerodlanishdan so'ng kogeziya yo'li bilan erigan, yirik o'lchamdagi naggets-lar xosil bo'ladi.

Pechning naggets-lar xosil bo'lish qismlarini shartli ravishda 4 ta asosiy qismga bo'lish mumkin. Z1, Z2, Z3 va Z4

Pechning gorenkalar bilan jixozlangan tag qismida joylashgan okatishlar Z1 qism orqali harakatlanib, issiqlik nurlanishi hisobidan ham ko'proq qiziydi. Okatish tarkibidagi temir oksidlari ko'mir yoki uglerod oksidi bilan tiklanganda okatishlar xali qattiq xolatda bo'ladi.

Keyinchalik qattiq tiklanish uglerod oksidining oxirigacha yonishi xisobiga Z2 qismida sodir bo'ladi. Bu qismda ham okatishlar qattiq xolatini saqlab turadi.

Keyin pechning gorenkalar bilan jixozlangan Z3 qismida uglerodlanish va erish sodir bo'lib, erigan temir bir biri bilan yopishib, o'zidan shlaklarni ajratib, naggets-lar xosil qila boshlaydi. Xosil bo'lgan shlak va metall granulalari pechning to'rtinchi Z4 qismida sovutilib pechdan chiqarib olinadi.

Agar harorat tiklanish qismida Z2 ya'ni metallning erish haroratiga yetsa, temir oksidlari tiklanmasdan turib erib ketadi. Natijada esa tiklanish jarayonlari eritmada sodir bo'ladi bu qattiq xolda tiklanishdan farqlanadi. Qachonki bunday sharoitda eritma xolatida tiklanishda tiklangan temirning shlakdan ajralishi qiyin kechadi va bundan naggets-lar xosil bo'lmaydi. Odatdagi texnologik jarayonlarda 16-19mm li okatishlar pechga yuklanganda tiklanish qismida harorat 1300-1350 S da ushlab turiladi. To'liq tiklangan temir erish qismiga o'tkaziladi va harorat 1350-1450°C gacha ko'tariladi. Agar okatishning qattiq tiklanishi, metallashtirish darajasi 80% ga yetganda to'xtab erish boshlanib ketsa, unda metallik temir yuzasi tiklanmagan

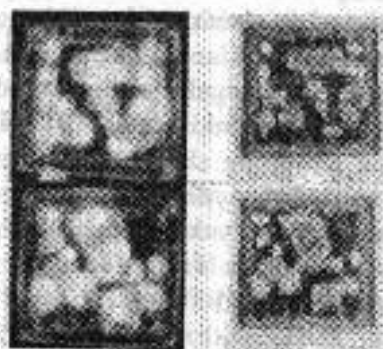
oksidlar bilan qoplanadi va bunday temirdan naggetslar shakllanishi murakkab kechadi. 1200 °C haroratda qattiq tiklanish jarayoni juda sekin boradi va pechda materialni ushlab turish vaqti uzayib ketadi natijada ishlash unumdorligi tushib ketadi. 1500 °C haroratda metallik naggetslar bir biri bilan yopishib, noto'g'ri formadagi yirik-yirik massalar xosil bo'ladi. Bunday maxsulotlar sifatli hisoblanmaydi.

Tag kukuni pechning tag qismi bo'ylab, yupqa qavat qilib yoyiladi, bunda uglerodlanish va erish bosqichida tiklovchi muhit hosil qilish ta'minlanadi. Shunday qilib, okatishlarga yaqin hududlarda va okatishlar ichki qismida (Z3 zonada) okatishlar ichidagi qoldiq uglerod va tag kukuni hisobiga kuchli tiklovchi muhit xosil bo'ladi. Gaz atmosferasida tiklanish darajasi $CO/(CO + CO_2)$ 0,5 dan 0,7 gacha bo'lganda ham burilish oksidlanish sodir bo'lmaydi.

Amaliyotda metallik temirning shlakdan hatamom ajralishi uning erishi va kokeziyasi bilan bir vaqtda sodir bo'ladi.

ITmk3 jarayonida foydalaniladigan tag kukuni 2mm gacha yiriklikda yanchiladi. Tag kukuni tayyorlashda ko'mir sifatida, kuyishga moyilligi bo'lmagan, plastikligi nolga teng yoki yaqin bo'lgan ko'mir tanlanadi. Bunday ko'mirlarga antratsid va koks maydalari mansub bo'ladi.

Tag kukuni to'shama qalinligining aniq chegarasi yo'q, faqatgina to'shama qavat qalinligi tiklovchi atmosfera xosil qilish uchun 2 mm bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi.



3.4.1. Granulalangan cho'yan

Tag kukuni to'shama qalinligining aniq chegarasi yo'qligi haqida gapirganda, uning yuqori chegarasi nazarda tutiladi. Jarayonda tiklovchi atmosferani boshqarish uchun koks yoki antartsidlardan ulardan SO gazi ajralib chiqmaguncha foydalanish mumkin. Ko'rsatilgan materiallardan alohida-alohida yoki birgalikda foydalanish mumkin.

Tag kukuni okatish yuklanguncha yoyiladi. Shuning uchun u erish tiklanish jarayonida oqib ketadigan shlaklardan olovbardosh g'ishtlarni himoyalash vazifasini ham bajaradi.

3.6. Uglerod bilan to'yingan temir eritmalarida marganetsning miqdoriy tarkibini hisoblash

Misol. Quyidagicha tarkibli shlak bilan muvozanatda turgan uglerod bilan to'yingan temir eritmalaridagi marganetsning miqdorini aniqlang, %: 35SiO₂; 44,5SaO; 20Al₂O₃; 0,5MnO. Sistemada bosim $1,7 \cdot 10^{-5}$ Pa, Harorat 1500°C.

Yechim. Tenglama bo'yicha 1500°C harorat uchun K_{Mn} kattaligini aniqlaymiz:

$$\lg K_{Mn} = -\frac{12200}{1773} + 9,56 = 2,679; \quad K_{Mn} = 478$$

100 g shlakdagi mollar sonini aniqlaymiz:

$$n_{SiO_2} = 0,582; \quad n_{CaO} = 0,793; \quad n_{MnO} = 0,007;$$

$$n_{Al_2O_3} = 0,196; \quad \Sigma n = 1,578.$$

Shlak tarkibini foiz misollarda hisoblaymiz. (1 mol %) = $(n_i/\Sigma n)100$: (SiO₂) = 36,9; (SaO) = 50,3; (Al₂O₃) = 12,4; (MnO) = 0,4.

Kiritilgan tarkibli shlak uchun diagrammadan γ_{Mn} aktivlik koeffitsiyentini topamiz. $\gamma_{MnO} = 0,5$. Uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganetsning aktivlik koeffitsiyentini aniqlaymiz. Suyuq temirda uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$[\%S]_{max} = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3}(T - 273) = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 = 15\%;$$

$$\lg f_{Mn} = e_{Mn}^{c_{Mn}} [\%C] = -0,07 \cdot 5,15 = -0,361;$$

$$f_{Mn} = 0,44$$

Ifodadan K_{Mn} ni topamiz:

$$[\%Mn] = K_{Mn} \frac{\gamma_{FeO} x_{FeO}}{f_{Mn} P_{CO}} = 478 \frac{0,5 \cdot 0,004}{0,44 \cdot 1,7} = 1,28\%$$

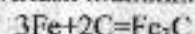
Kelgusida talabalar aniq amaliy mashg'ulotlarni o'qituvchi tomonidan berilgan vazifalar asosida bajaradi.

Nazorat savollari:

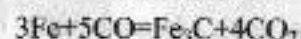
1. Granullangan cho'yanning sanoatdagi ahamiyatini gapirib bering?
2. Granulalangan cho'yan sifatiga ta'sir qiluvchi omillar?
3. Uglerod bilan to'yingan Fe eritmasidagi Mn ning miqdori qaysi formula orqali topiladi?
4. Uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganetsning aktivlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
5. Suyuq Fe uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi qaysi tenglamada ifodalanadi?

3.7. Metallning uglerodlanishi

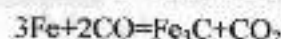
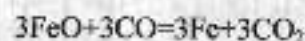
Domnasiz metal ishlab chiqarish agregatlarida kam uglerodli va uglerodli metal olish mumkin. Bunda metallidagi uglerodning miqdori tiklovchi turi va jarayon haroratiga bog'liq. Toza temir 1539°C da qaynaydi. Uni uglerodlantirilsa uning qaynash harorati pasayadi. Uglerod suyuq temirda, qattiq temirga nisbatan yaxshi eriydi. 1150°C da qattiq temirda 2% gacha uglerod eriydi. Suyuq temirda esa 5-6% gacha uglerod eriydi. Temirning uglerodlanish mexanizmi oxirigacha aniqlanmagan. Temirning uglerodlanishi, hali temirning qattiq holatida $450-600^{\circ}\text{C}$ haroratdan boshlanadi. Uglerodlanishning kimyoviy reaksiyasini quyidagicha tasvirlash mumkin.



950°C dan yuqori haroratda temirning uglerodlanishida uglerod oksidi ishtirok etadi.



Oxirgi reaksiya ikkita bosqichda sodir bo'ladi.



Birgina harorat 900°C dan yuqori bo'lganda temir karbidi vyustit bilan reaksiyaga kirishishi mumkin va metallik temir xosil bo'ladi.

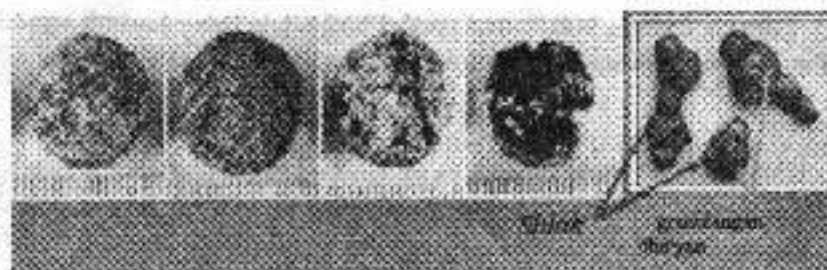


Okatishlarni 1200°C gacha va undan yuqori haroratlarda qizdirilsa uglerodlanish jarayoni kuchayadi. Tiklangan temirni tezroq eritish uchun, qattiq tiklangandan so'ng yetarlicha miqdorda uglerod qolishi kerak. Okatishlarning tarkibida uglerodning ortiqcha bo'lishining sababi quydagicha:

Birinchidan, uglerodning ortiqchaligi uglerod oksidining miqdorini oshiradi, bu esa tiklanish jarayonini tezlashtiradi va tiklangan temir bilan uglerodning reaksiyasi natijasida xosil bo'luvchi temir karbidi miqdorini oshiradi. Ikkinchidan, uglerodning ortiqcha miqdorligi okatishda pech atmosferasiga bog'liq bo'lmagan holda kerakli reaksiyalarning borishiga imkon yaratadi.

Bu esa yoqilg'ining to'liq yonishini minimumlashtiradi. Bundan tashqari okatishlarda ortiqcha uglerodning bo'lishi tiklangan temir va temir karbidini pech atmosferasida CO bilan qayta oksidlanishidan himoya qiladi.

Uglerodning ortiqcha miqdorligi okatish ishlab chiqarishda foydalaniladigan uglerod tarkibli moddalar va temir tarkibli rudalar miqdori bilan aniqlanadi. Tajriba ma'lumotlari shuni tasdiqlaydiki, uglerod tarkibli moddalar miqdori shunday tanlanishi kerakki, bunda metallashtirish koeffitsienti 100% ga etkazilganda uglerodning ortiqchaligi 1.5 % ni tashkil etishi kerak, bu esa tez uglerodlanish va suyuqlanish haroratining tushishiga olib keladi. Agar qoldiq uglerodning miqdori 1.5% dan kam bo'lsa suyuqlanish harorati pasaymaydi. Kafolatlangan metallik cho'yan (tarkibidagi uglerod miqdori 2-4%) olish uchun qoldiq uglerodning miqdori 2.5-4.5 % diapozonlarda boshqarilib turilishi kerak. Shuni ta'kidlash kerakki xatto okatish tayyorlanayotganda aniqlangan uglerod miqdori pechda gaz atmosferasida tiklanish darajasiga qarab o'zgaradi.



3.7.1.-rasm. Granulatsiya qo'yilgan cho'yan ko'rinishlari.

Metallashtirish jarayonida gazodinamika va issiqlik almashuvi asoslari.

Bo'lakchalangan materiallar qavatlarida gazlarning harakati.

Shixtali turdagi agregatlarda tiklanish jarayonining samaradorligiga shixta materiallari qavatlaridan o'tuvchi gaz xarakterining ahamiyati katta. Shixta bo'lakchalarining tiklovchi gaz bilan tekis to'qnashishi yuqori ko'rsatkichlarga erishish uchun yaxshi imkoniyat yaratadi.

Bir xil o'lchamdagi bo'lakchalar qavatlarida gazning harakatlanishi.

Temir tarkibli okatishlarini tiklashda shixta materiallari qavatlarini biri biriga yaqin o'lchamdagi sharlar ko'rinishida bo'ladi. Shixta bo'lakchalarining o'lchamlarini bir xil deb qabul qilib, matematik bog'liqlikni soddalashtirish mumkin.

Gazning uncha katta bo'lmagan tezliklarida qavatlarida, shixta bo'lakchalari orasida gazning laminar oqimi o'rnatiladi. Katta tezliklarda esa bosqichma-bosqich trubulent oqimga o'tishi kuzatiladi.

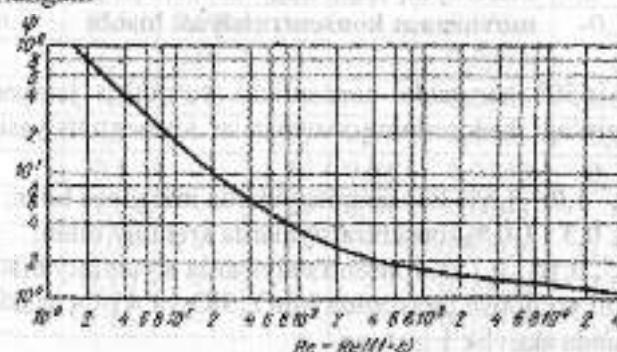
Ekspirimentlar asosida gaz oqimi qarshiligining va gaz va shixta xususiyatlarining laminar va trubulent rejimlar uchun universal bog'liqligining matematik formulasi keltirilgan. Bu bog'liqlikni olish uchun qarshilik ψ va Reynolts Re mezonlaridan foydalanilgan:

$$\psi = \Delta P s^3 d F g / H \rho u^2 (1 - \varepsilon); \quad Re = \rho u d F / \eta (1 - \varepsilon).$$

Bu yerda d -shixta bo'lagining diametri, m; ΔP -qavat bosimining yo'qolishi, Pa; ε -qavatda bo'sh hajmning butun qavat hajmiga nisbati, m³/m³; N -qavat qalinligi, m; ρ -gaz zichligi, kg/m³; η -gazning

dinamik qovushqoqligi, kg/(m*s); u -gaz tezligi, m/s; g -og'irlik kuchi tezligi, m/s²; F -forma koeffitsienti, 1,0 shar uchun 1 ga teng va boshqa formadagi materiallar uchun 0,6-1,0 ga teng.

Matematik bog'liqlik $\psi = f(Re)$ ko'rinishida yoziladi va 19-rasm-da tasvirlangan.



3.7.2.-rasm. Qarshilik mezonining Reynol'ds mezoniga bog'liqligi.

Turli o'lchamdagi bo'lakchalar qavatlaridagi gazning harakati.

Ma'lumki, turli o'lchamdagi bo'lakchalar qavatlarini, bo'lakchalarning o'rtacha arifmetik diametri bilan xarakterlash mumkin emas. Ko'p komponentli qavatlarida katta bo'lakchalar orasi mayda bo'lakchalar bilan to'lgan bo'ladi. Bunday xollarda bo'lakchani ekvivalent diametri quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$d_{ekv} = 1 / \sum_{i=1}^n c_i / d_i$$

bu yerda d_i - i -chi fraksiya bo'lakchasining diametri; c_i - i -chi fraksiya bo'lakchasining hajmiy ulushi.

Yirik fraksiyada bo'lakchalar sonining kamayishi bilan yana bo'laklar orasidagi hajm to'la boshlaydi. Bunda qavatning kovaklik darajasi kamayadi, materialning solishtirma og'irligi ortadi.

Shu kabi jarayon boshida mayda fraksiyaning qavatga qo'shilishi uning strukturasini yomonlashtiradi, kovakligini kamaytiradi va gaz oqimiga qarshilikni oshiradi. Kovaklik darajasi yirik va

mayda fraksiyaning nisbatiga kuchli bog'liq. Mayda fraksiya ulushining kam miqdorda oshishi partial bosim Δp ning kuchli yo'qolishiga sabab bo'ladi.

3.8. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi hisobi

Misol. 1650° haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash:

- a) 0,5; 1,0; 1,5% konsentratsiyalarda marganes bilan;
- b) 0,2; 0,5 i 1,0 %konsentratsiyalarda kremniy bilan;
- v) 0,05; 0,10 i 0,15%konsentratsiyalarda alyuminiy bilan.

Nordonlikni yo'qotish jarayonida MnO , SiO_2 va Al_2O_3 oksidlari hosil bo'ladi, bunda aktivlik 1 ga teng.

Kremniyning o'zaro ta'sirlashish parametrlari $e_{Si}^{Si} = 0,11$.

Yechim. $K_{Mn(1923)} = 2,6 \cdot 10^{-5}$; $K_{Si(1923)} = 6,1 \cdot 10^{-5}$; $K_{Al(1923)} = 7,6 \cdot 10^{-14}$. tenglamalardan foydalanib, ma'lum haroratlarda K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} lar uchun reaksiyalarning muvozanat konstantalarini aniqlaymiz.

Adabiyotlardan o'zaro ta'sirlashish parametrlaridan foydalanib, reaksiyalarda ishtirok etayotgan moddalar uchun aktivlik koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\lg f_a^{Mn} = e_a^{Mn} = -0,021 [\%Mn];$$

$$\lg f_{Si}^{Si} = 0,11 [\%Si];$$

$$\lg f_{Al}^{Al} = -0,131 [\%Al];$$

Kislorodning muvozanat konsentratsiyalarini aniqlaymiz:

$$[\%O]_{Mn} = K_{Mn} \frac{1}{[\%Mn]^{1/2}};$$

$$[\%O]_{Si} = \sqrt{K_{Si} [\%Si] 2f};$$

$$[\%O]_{Al} = 3\sqrt{K_{Al} [\%Al]};$$

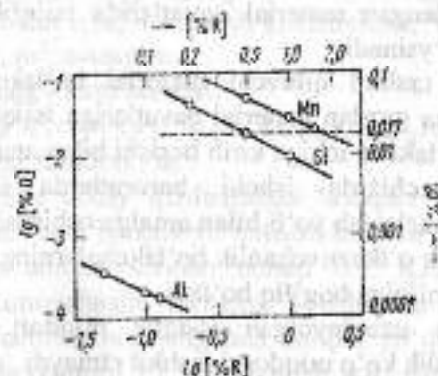
Olingan ifodalarga muvozanat konstantasi ifodalarini qo'yib, nordonizlantiruvchilarning konsentratsiyalarini va aktivlik koeffitsiyentlarini qo'yib, kislorodning aktivlik koeffitsiyentini topamiz va 3.5.1. - jadvalga kiritamiz.

3.5.1. - jadval

Kislorodning muvozanat konsentratsiyalari hisobi natijalari

Raskislitel	[%R]	f_a^{Mn}	e_{Si}^{Si}	f_{Al}^{Al}	[%O]ravn	$\lg[\%R]$	$\lg[\%O]$
Mn	0,5	0,98	-	-	0,0531	-0,301	-1,275
	1,0	0,95	-	-	0,0274	0	-1,562
	1,5	0,93	-	-	0,0186	0,176	-1,730
Si	0,2	-	1,05	0,94	0,0405	-0,699	-1,392
	0,5	-	1,14	0,86	0,0170	-0,301	-1,770
	1,0	-	1,29	0,74	0,0093	0	-2,032
Al	0,05	-	-	-	0,00034	-1,301	-3,468
	0,10	-	-	-	0,00021	-1,000	-3,678
	0,15	-	-	-	0,00016	-1,824	-3,796

Hisoblash natijalari asosida grafik chizamiz (3.5.1.-rasm). Bunda kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foiz ulushi 0,5% ga tengligi ta'minlanadi. Suyuq temirni marganets bilan nordonizlantirish jarayonida kislorodning xuddi shunday konsentratsiyasini olish uchun qotishmada marganetsning miqdori 2 % bo'lishi kerak.



3.4.1. - rasm. 1650° haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi

Kelgusida talabalar aniq amaliy mashg'ulotlarni o'qituvchi tomonidan berilgan vazifalar asosida bajaradi.

Nazorat savollari:

1. Metallni nima uchun uglerodlantirish zarur?
2. Uglerodning metall xossalariiga ta'siri qanday?
3. Cho'yan va po'latda uglerodning foiz ulushlari qanday?
4. Nordonlik deganda nimani tushunasiz?
5. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyalari qanday aniqlanadi?
6. Nordonsizlantirish deganda nimani tushunasiz?

3.9. Metallashtirish jarayonida issiqlik almashuv asoslari

Qavatlarda issiqlik almashuvi.

Bo'lakchali materiallar qavatlarida issiqlik almashuvi murakkab jarayondir. Qattiq materiallarni qizdirish konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik bilan amalga oshiriladi. Qattiq tiklanish maxsulotlarni olishda, nurlanish katta rol o'ynaydi. Gazdan materialga issiqlik o'tkazishning asosiy turi konveksiya hisoblanadi, bunda material qizdirilishi bilan issiqlik, bo'lakchalar yuzasidan markazga uzatiladi. Shuning uchun bo'lakchalar o'lchami qancha kichik bo'lsa, issiqlik almashuv jarayonida issiqlik o'tkazuvchanlik shuncha tezroq bo'ladi.

Bo'lakchalangan material qavatlarida issiqlik uzatilishi uchta qonuniyatga bo'ysinadi.

Qavatlarni tashkil qiluvchi material bo'lakchalari yuzasidagi harorat faqatgina gazdan material qavatlariga issiqlik uzatilishi bilan emas, balki, bo'lakcha ichiga kirib borishi bilan amalga oshiriladi.

Shaxtali pechlarda ishchi haroratlarda issiqlik uzatilishi konveksiya va nurlanish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ichki issiqlik o'tkazuvchanlik bo'lakchalarning o'lchami va issiqlik o'tkazuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Qavatlarga uzatilayotgan issiqlik miqdori umumiy issiqlik balansida unchalik ko'p miqdorni tashkil etmaydi.

Metallash jarayonida past harorat zonalarida gazdan materialga issiqlik uzatishning asosiy turi konveksiya hisoblanadi. Shaxtali pech normal ish jarayonida shixta bir xil tezlik bilan pastga tushadi. Har

bir gorizontda shixta va gazning doimiy harorati o'rnatiladi. Shixta bo'lakchalari va gazning harorati ularning balandligi N orqali aniqlanadi. Shuning uchun gaz haroratini $t_g=f(H)$ va shixta haroratini $t_{sh}=g(H)$ deb hisoblash mumkin. Vaqtga bog'liq holda $N=R_m$ ga teng bo'ladi. Bu yerda R_m - materiallar harakatlanish tezligi m/s, yoki shixta oqimi hajmiga $m^3/(m^2 \cdot ch)$.

Ko'tarilib boruvchi gaz oqimining yoki bo'lakchalangan shixta qavatlarining haroratini aniqlash uchun bu oqimlarning suv ekvivalentini bilish kerak.

Gaz yoki shixtaning suv ekvivalenti deganda, vaqt birligi ichidagi gaz yoki shixta oqimining massa yoki hajm birligidagi sarfining shu oqimni tashkil etuvchi moddalarning solishtirma issiqlik sig'imiga ko'paytirilganiga teng kattalikka aytiladi.

$$W=gc,$$

Bu erda g - oqimning massa yoki hajm sarfi (shixtaning), kg/ch (m^3/ch); s - oqimning solishtirma issiqlik sig'imi, $Vt/(kg \cdot ^\circ C)$.

Oqimning suv ekvivalenti shu oqim haroratini $1^\circ C$ ga o'zgartirish uchun qancha miqdorda issiqlik sarflanishini ko'rsatadi. Issiqlik o'zgarishining konveksiya yo'li uchun:

$$g_{sh} c_{sh} dt = \alpha_F (t_g - t_{sh}) F dt,$$

bu yerda g_{sh} - material miqdori, kg; s_{sh} - shixtaning solishtirma issiqlik sig'imi, $Vt/(kg \cdot ^\circ C)$; t_g i t_{sh} - gaz va shixtaning harorati, $^\circ C$; α_F - konveksiya yo'li bilan issiqlik uzatish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot s \cdot ^\circ C)$; F - materiallar yuzasi, m^2 ; τ - vaqt, s.

Shunda gazning oxirgi harorati

$$t_g - t_{sh} = t_k \{ \exp[-(\alpha_F F / g_{sh} s_{sh}) (1 - g_{sh} s_{sh} / g_g s_g) \tau] \}$$

bu yerda g_g - gaz miqdori, m^3 .

Shaxtali pechda oddiy qizdirishdan tashqari turli reaksiyalar sodir bo'ladi. Bunda ham issiqlik yo'qotilish holatlari kuzatiladi.

Bu holatlarga aniqlik kiritish uchun B.I. Kitaev solishtirma issiqlik sig'imi tushunchasini kiritgan. Solishtirma issiqlik sig'imi jarayon normal sharoitda borayotganda issiqlik yo'qotilishini hisobga olgan holda modda oqimini $1^\circ C$ ga sovutish yoki isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori tushuniladi.

Bu tushunchadan foydalanib issiqlik sig'imini

$$G_g s_g dt_g = G_{sh} s_{sh} dt_{sh} + (q_p + q_b) dt,$$

deb yozish mumkin, bu yerda q_p - fizik-kimyoviy jarayonlarning issiqlik effekti, V_t ; q_p - pechning ma'lum gorizontida issiqlik yo'qolishi, V_t . Tenglamadan reaksiya issiqligi va yo'qolishini olishimiz mumkin.

$$W_g dt_g = W_{sh} dt_{sh} + (q_p + q_{p'}) dt,$$

$$W dt_g = W dt_{sh}, \quad W_{sh} = W_{sh} [1 + q_p / W_{sh} dt_{sh} / dt],$$

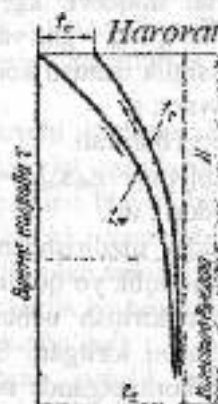
$$W_g = W_g [1 - q_p / W_g dt_g / dt]$$

Soddalashtirish maqsadida, kelgusida W ko'rsatgich o'rniga W dan foydalanamiz. Issiqlik almashishning asosiy tenglamasidan

$$W_g(t_g^{nach} - t_g^{kon}) = W_{sh}(t_{sh}^{kon} - t_{sh}^{nach})$$

Aytish kerakki, issiqlik almashuvi suv ekvivalentiga bog'liq $m = W_{sh} / W_g$, m kattaligining shaxtali pech balandligi bo'yicha o'zgarishi ikki zona mavjudligini ko'rsatadi: ($m < 1$) yuqori va ($m > 1$) pastki.

Shaxtali pechlarda issiqlik almashuvining zamonaviy nazariyasi B.I. Kitayev va uning o'quvchilari tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariyaga muvofiq shaxtali pechlarda issiqlik almashuvining ikki bosqichi mavjud (yuqori va pastki). Yuqori zonasi uchun $W_g > W_{sh}$, bunda hamisha gazning issiqligi shixta issiqligidan yuqori bo'ladi. Bunda koloshnik gazlari harorati atrof muhit haroratiga teng bo'lishi mumkin emas. (3.6.1.-rasm).



3.6.1-rasm. Shaxtali pech balandligi bo'yicha gaz va shixta haroratining o'zgarishi

Birgina bo'lakchani qizdirilishini kuzatib shunday quyidagicha xulosalar olingan. Issiqlik uzatish koeffitsienti α 1°C farqida gaz va qattiq faza yuzasida qancha miqdorda issiqlik almashishini ko'rsatadi. Shu kabi issiqlik oqimi uchun quyidagini yozish mumkin.

$$J_2 = \alpha (s - T),$$

Bu yerda s - gaz harorati; T - qattiq material yuzasidagi harorat.

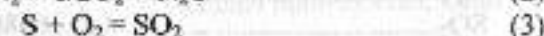
3.10. Yoqilg'ining yonish harorati hisobi

Misol. Quyidagicha tarkibli koksning yonish haroratini aniqlash, massalarda.

C - 70 %, N₂ - 6,5 %, O₂ - 10 %, S - 2,0 %, H₂ - 1 %, kul miqdori - 5,5 %, namlik - 5 %.

Havoning ortiqchalik koeffitsiyenti $\alpha = 1,55$. Havoning nisbiy namligi 70 %. 25°C da namlikning to'yinish darajasi $23,1 \text{ g/m}^3$. Koks va havo yonish gurelkasiga 25°C da kelib tushadi. Issiqlikning yo'qolishini (issiqlikning kotyol devorlaridan va shlak bilan yo'qolishi) umumiy issiqlik kelishidan 8 % deb qabul qilamiz.

Yechim: Yonish quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshadi:



Hisobni 1 kg koks uchun olib boramiz.

Mendeleevning quyidagi formulasiga asosan koksning past yonish issiqligi:

$$Q_v = 339,3\text{S} + 1256\text{N} + 109(\text{O}-\text{S}) - 25,2(9\text{H}+\text{W})$$

$$Q_v = 339,3 \cdot 70 + 1256 \cdot 6,5 + 109(10-2) - 25,2(9 \cdot 6,5 + 5) = 29650 \text{ kJ/kg} (7110 \text{ kkal/kg})$$

Koksning o'rtacha issiqlik sig'imida $0,78 \text{ kDj/(kg}^\circ\text{C)}$, 25°C da 1 kg koksdan $st = 0,78 \cdot 25 = 19,5 \text{ kDj/kg}$ issiqlik ajralib chiqadi.

Havoning nazariy sarfini quyidagi tenglama orqali hisoblash mumkin:

$$G_{havo} = 0,116 \cdot 70 + 0,348 \cdot 6,5 + 0,0435(2-10) = 10,05 \text{ kg yoki } 10,05/1,2928 = 7,77 \text{ m}^3.$$

Shu bilan bir qatorda azotning

$(77.7 \cdot 79) / 100 = 6,14 \text{ m}^3$ va kislorod $1,63 \text{ m}^3$.

Yonish kamerasiga kirayotgan havoning issiqligini (6.1) formuladan topamiz. Buning uchun 1 kg havo tarkibidagi namlikni aniqlash zarur:

$$(23.1 \cdot 7.77) / 10.05 = 17,9 \text{ g N}_2\text{O yoki } 0,0179 \text{ kg N}_2\text{O}$$

$$Q_{\text{havo}} = 1.55 \cdot 10.05 (1.02 + 1.95 \cdot 0.0179) \cdot 25 = 392,8 \text{ kJ}$$

Binobarin jami kiruvchi issiqlik:

$$Q = 29650 + 18.2 + 392.8 = 30061 \text{ kJ}$$

Issiqlik yo'qolishini hisobga olgan holda:

$$Q = 30061 \cdot 0.08 = 2410 \text{ kJ}$$

Yonish kamerasi gazlari bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$Q = 30061 - 2410 = 27651 \text{ kJ}$$

Quyidagicha tarkibli 1 kg koksning yonish mahsulotlari tarkibini aniqlaymiz:

Koksning yonish haroratini hisoblash uchun shartli ravishda 1300°C ni qabul qilamiz.

Gazlarning entalpiyasi kJ/kmol:

	1300°C	1400°C
H_2	39300	42600
O_2	43400	47606
N_2	41600	45600
SO_2	66800	72700
N_2O	52200	56800

1300°C da chiqindi gazlarning issiqlik miqdori quyidagini tashkil qiladi:

$$Q = 0.058 \cdot 66800 + 0.0485 \cdot 52200 + 0.0007 \cdot 67900 + 0.4254 \cdot 41600 + 0.04 \cdot 43400 = 25940 \text{ kJ/kg}$$

Binobarin, $Q < Q$. Shuning uchun ham $t = 1400^\circ\text{C}$ da chiqindi gazlarning issiqlik miqdori quyidagini tashkil qiladi

$$Q = 0.058 \cdot 72200 + 0.0485 \cdot 56600 + 0.0007 \cdot 73800 + 0.4254 \cdot 45600 + 0.04 \cdot 47606 = 28432 \text{ kJ/kg}$$

Demak, $Q'' > Q$.

Farqni aniqlaymiz:

$$Q'' - Q = 28432 - 25940 = 2492 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = 1400 - 1300 = 100^\circ\text{C}$$

$$Q'' - Q = 27651 - 25940 = 1711 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = t - 1711^\circ\text{C}$$

Shunda

$$\Delta t = (1711 \cdot 100) / 2492 = 69^\circ\text{C}$$

Koksning yonish harorati $1300 + 69 = 1369^\circ\text{C}$

3.9.1.- jadval

Havo va yoqilg'ining tarkibiy tashkil etuvchilari		Yonish mahsulotlari, kmol				
Mahsulot	kmol	SO_2	N_2O	SO_2	N_2	O_2
C	0.7/12=0.058	0.058				
H_2	0.065/2=0.033		0.033			
S	0.02/32=0.0007			0.0007		
N_2	0.01/28=0.0004				0.0004	
O_2 (ortiqcha)	0.9/22.4=0.04					0.04
Havodagi namlik	$(1.55 \cdot 10.05 \cdot 0.0179) / 18 = 0.0155$		0.0155			
Jami:		0.058	0.0485	0.0007	0.4254	0.04

Nazorat savollari

1. Metallurgiyada qanday yoqilg'ilar qo'llanadi?
2. Yonish qaysi reaksiyalar orqali amalga oshiriladi?
3. Koksning yonish mahsulotlari tarkibi qanaqa?
4. Issiqlik almashuvining qanday turlarini bilasiz?
5. Qavatlarida issiqlik almashuvining qaysi turi kuzatiladi?

3.10. Metallashtirish uchun temir tarkibli xomashyolar va tiklovchilar

Temir tarkibli materiallarga qo'yiladigan talablar.

Metallashtirishga yuborilayotgan temir tarkibli materiallarga qo'yiladigan asosiy talablar, ularning kimyoviy tarkibiga va metallashtirish jarayonida o'zini tutishiga qo'yiladigan talablar hisoblanadi.

Kimyoviy tarkibga qo'yiladigan talablar.

1. Zararli qo'shimchalar miqdori. Vaholanki, tiklanish jarayonida zararli komponentlar shixtadan amaliyotda yo'qota olmaydi va materiallarni zararli komponentlari (P, S, As, Cu, va boshqalar) bilan tiklash talab qilinadi. Olingugurt va fosfor miqdori 0,015% dan oshmasligi kerak. Olingugurtni oksidlangan okatishlar ishlab chiqarishda yo'qotish mumkin. Fosfor oksidlovchi kuydirishda yo'qolmaydi, shuning uchun past fosfor tarkibli rudalardan foydalaniladi.

2. Nordon oksidlar miqdori. Dastlabki ruda tarkibidagi nordon oksidlar miqdori po'lat ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi shlak massasini aniqlaydi va elektroenergiya sarfiga, jarayonning iqtisodiy ko'rsatgichlariga kuchli ta'sir qiladi. Temir tarkibli materiallar tarkibidagi nordon oksidlar miqdori 3% dan oshmasligi kerak, aks holda metallashtirish iqtisodiy samarasiz hisoblanadi.

3. Flyus materiallardan foydalanish imkonini mavjudligi. Metallashtirish uchun shixtalardan foydalanish qator afzalliklarga ega. Birinchidan, tiklovchi qayta ishlashda temir tarkibli materiallarning mustahkamligi ortadi, ikkinchidan okatishlar ishlab chiqarish uchun agregetlarning ishlab chiqarish unumdorligi orttiriladi, uchinchi

okatishlarni metallashtirishda ularning uglerodlanishiga sharoit yaratiladi.

4. Legirlangan metallashgan okatishlar olish. Shixtaga legirlovchi qo'shimchalarning qo'shilishi po'lat tarkibida bu qo'shimchalarning teng taqsimlanishini ta'minlab beradi va temir bilan birga tiklanadi.

Tiklanishda o'zini tutishi.

Temir tarkibli materiallarning turli xil agregatlarda, qarama qarshi oqim prinsipida ishtovchi shaxtali pechlarda tiklanishda asosiy talab qattiq materiallarning granulometrik tarkibiga qo'yiladi. Dastlabki temir tarkibli materiallarga qo'yiladigan muhim talablardan biri, tiklanishda ularning mustahkamligi va tarkibida mayda fraksiyaning (0-5mm) kamligidir. Shu bilan bir qatorda ta'kidlab o'tilganki, tiklanish jarayonida barcha temir tarkibli materiallar o'zining mustahkamligini yo'qotadi. Olib borilgan umumiy tadqiqot natijalaridan temir tarkibli materiallarni tiklash jarayoni haqida quydagicha xulosalarni chiqarish mumkin:

1. Temir tarkibli materiallarni tiklovchi qayta ishlashda barcha materiallarning (ruda, aglomerat, okatish) mustahkamligi kamayadi. Mustahkamlikning sezilarli pasayishi 500°C dan boshlanadi. Yanada harorat oshirilsa bu holat kuchli kuchliroq nomoyon bo'ladi, keyinchalik, 950-1000°Cda kuchsizlanadi. Eng kuchsiz mustahkamlik, tiklanish darajasi 20-25 % bo'lganda sodir bo'ladi. Bu vyustit mavjud bo'lgan hududlarga to'g'ri keladi.

2. Qoidaga binoan, materiallar mustahkamligining yo'qolishi bilan ular hajmining oshishi kuzatiladi. Agar hajmning oshishi kuza tilmasa, demak, mustahkamlik kamaymayotganligidan dalolat.

3. Temir tarkibli materiallarni issiq tiklovchi qayta ishlab olishda ular bir qancha yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi, bu materiallar tiklanganda mustahkamligi yanada ortadi. Shuning uchun aglomeratlar okatishlarga qaraganda yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi.

4. Past haroratlarda temir rudali materiallar uglerod oksidi atmosferasida, vodorod oksidli atmosferaga nisbatan o'zining mustahkamligini ko'proq yo'qotadi.

Temir tarkibli materiallarni tiklash jarayonida materiallar mustahkamligining yo'qolishiga quyidagilar sabab bo'ladi:

1. Ma'lumki, gematitning magnetitga kristallokimyoviy o'zgarish davomida oraliq birikmalardan o'tadi, bunda qonuniyat bo'yicha hajm o'zgarishi kuzatiladi.

Kuchlanish paydo bo'lganda na'munada yoriqlar paydo bo'lib, mustahkamlikning yo'qolishiga olib keladi.

Eksperimentdan tasdiqlanishicha imatitning tiklanish maxsuloti sifatida, xossalari jixatdan magnetitga yaqin bo'lgan nestexiometrik magnetit hosil bo'lgan. Uning hosil bo'lishi past haroratlarda (900°C gacha) tiklanishida imatit-magnetit kristallik o'tishida issiq mustahkamlikning pasayishi kuzatiladi.

2. Temir oksidlarining turli kristallografik o'qlaridagi anizotropiya, panjaralarda "tolali" yoki "ignali" metallik temir hosil bo'lishiga olib keladi va bu struktura umumiylikni buzuvchi va namuna tuzilishining buzilishiga olib keladi. Bunday holatning paydo bo'lishiga sabab oxirigacha aniqlanmagan, ammo bu sabablardan biri sifatida temir oksidi panjaralariga ishqoriy metallarning ta'siri bo'lishi mumkin.

3. Tiklanishda temir tarkibli materiallar mustahkamligining kamayishi ularda o'tirgan uglerodning olib tashlanishi bilan ham asoslanadi, lekin bu ham past haroratlarda sodir bo'ladi.

Qoidaga binoan tiklanish jarayonining tezlashishi materiallar mustahkamligiga salbiy ta'sir qiladi, vaxolanki kuchlanish yetib bormasdan na'muna tuzilishi buzilib, unda yoriqlar paydo bo'ladi.

Modomiki, tiklanish jarayoni tezligi qattiq oksid bilan tiklovchi gaz orasidagi kontakt maydoniga bog'liq ekan, tiklanish jarayonida materiallarning o'zini tutishiga ularning struktura tuzilishi ta'sir qiladi.

Kovaklarning solishtirma yuzalari qancha katta bo'lsa, tiklanish okatishlarning barcha hajmlarida sodir bo'ladi va tiklanish tezligi ham shuncha yuqori bo'lib, okatishlar mustahkamligi esa shuncha pasayib boradi.

Mustahkam struktura tuzilishiga ega bo'lgan okatishlar olinishini ta'minlashga qaratilgan chora tadbirlar, olib boriladi. Bunda asosiy tadbirlardan biri metallashtirishda tarkibida bo'sh tog' jinslari mavjud bo'lgan materiallardan foydalanish hisoblanadi.

Bunday materiallar oksidlovchi kuydirish jarayonida o'zidan eritma ajratadi va olinayotgan okatishlar mustahkamligi taminlanadi.

Shuning uchun okatish tarkibidagi temir miqdorini 68-69 dan 64-65% gacha kamaytirish, o'z navbatida bo'sh tog' jinslar miqdorini 2,3 dan 7,5% gacha oshirish tavsiya etilgan.

O'tkazilgan tajribalarning ko'rsatishicha boy boyitmalardan tayyorlangan flyuslangan materiallardan foydalanilganda okatishlar mustahkamligi bir muncha ortadi, bu esa metallashtirish samaradorligini oshiradi.

Nazorat savollari:

1. Metallashgan materiallar olishda xomashyo bo'lib qanday materiallar xizmat qiladi?
2. Metallashgan materiallar olishda xomashyolar qanday tayyorlanadi?
3. Okatishlarning kovakligining oshishiga ta'sir qiluvchi omillar qanday?

3.11. Metallashtirish uchun tiklovchilar

Hozirgi vaqtda ko'pgina hollarda tiklovchi sifatida gazdan foydalanilmoqda.

Tiklovchi gaz olish uchun har hil turdagi qattiq, suyuq va gaz holdagi yoqilg'ilar xizmat qilishi mumkin. Tiklovchi gazlarni ishlab chiqarish usullarini tanlashda iqtisodiy omillar va tiklovchi gazga bo'lgan talablar (asosiysi tiklovchi gaz tarkibidagi CO , H_2 larning maksimal darajada yuqori bo'lishi CO_2 , H_2O , CH_4 va qoldiq uglerodning minimal darajada bo'lishi) aniqlanadi.

Gazning tiklovchilik hususiyatini baholash uchun uning oksidlanganlik darajasi ifodasidan foydalaniladi:

$$\eta_{\text{ox}} = (\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}) / (\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{H}_2),$$

bu yerda CO_2 , H_2O , CO va H_2 -mos ravishda gaz tarkibidagi komponentlar hajmiy ulushlari, %.

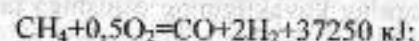
Tiklovchi gazni, gaz holdagi yoki suyuq uglevodorodlarni konversiya qilish yo'li bilan yoki qattiq yoqilg'ilarni gazifikatsiyalash yo'li bilan olinadi.

Tiklovchi gazni ishlab chiqarish uchun asosiy gaz holdagi yoqilg'i bu tabiiy gaz hisoblanadi. Koks gazini desulfuratsiyaga

uchratib qoldiq gazni ($56\% \text{CH}_4$, $10\% \text{H}_2$, $12\% \text{CO}$, $1\% \text{CO}_2$, $21\% \text{N}_2$) amiak bilan sintez qilib ham yoki homaki neft maxsulotlarini ($65\% \text{CH}_4$, $12\% \text{H}_2$, $1\% \text{CO}$, $22\% \text{CO}_2$) gazifikatsiyaga uchratib hosil qilingan tiklovchi gazlardan ham foydalanish mumkin.

Konversiya jarayonida metall oxirigacha oksidlanmay, vodorod va uglerod oksidi hosil bo'lishi bilan boradi. Oksidlovchilar sifatida texnik kislorod, havo, par yoki karbonat angidrid gazidan foydalaniladi. Mana shularga mos ravishda konversiya ham kislorodli, havoli, parli yoki karbonat angidrid gazli konversiyaga bo'linadi. Aralash turdagi konversiyalar ham bo'lishi mumkin (masalan, parhavoli konversiya).

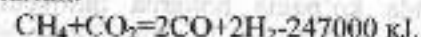
Havoli yoki kislorodli konversiya quyidagi reaksiya orqali boradi:



Parli:



Karbonatangidridli:



Shunday qilib, agar tabiiy gazning konversiyasi kislorodli yoki havoli bo'lsa jarayon ekzotermik bo'ladi, agar tabiiy gazning konversiyasi parli yoki karbonat angidridli bo'lsa u holda jarayon issiqlik sarfini talab etadi.

Avtomatik ravishda tabiiy gazni havo yoki kislorod bilan konversiya qilishda, tiklovchi gaz massa ulushini maksimal oshirish, zararli komponentlar miqdorini minimal kamaytirishni ta'minlash uchun tabiiy gaz va kislorod ma'lum haroratgacha qizdiriladi (1000°C dan yuqori).

Kislorodli konversiya maxsus gorelkalarda yoki uzluksiz ishlovchi konvertorlarda amalga oshiriladi. Havoli konversiya uchun past qismidagi nasadkalar havo aralashmasini qizdirish uchun, yuqori qismi tabiiy gazni konversiyalab, olinayotgan tiklovchi gazni qizdirishga mo'ljallangan kauper turidagi regenerativ apparatlardan foydalaniladi.

Kislorodli konversiyaning afzallik jihatlari uni keng intervaldagi bosimlarda olib borilishidadir, bu olinayotgan gaz sifatiga ta'sir qilmaydi.

Jarayonning boshqa afzallik jaxati esa, yuqori oltingugurt tarkibli gazlardan dastlabki qayta ishlashsiz foydalanish imkoniyati mavjudligi.

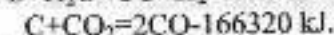
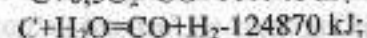
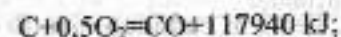
Jarayonning kamchiliklari esa, texnologik kislorodning yuqori tan narxiligi hisoblanadi.

Tabiiy gazning parli konversiyasi kauper turidagi konvertorlarda yoki nikelli yoki ishqorli katolizatorlar mavjudligidagi, maxsus trubalarda olib boriladi, bunda katalizatorlar tiklovchi gazning uglerod bilan ifloslanishining oldini olib, tiklovchi gazning yuqori konsentratsiyasini olishni ta'minlab beradi.

Kislorod yoki par bilan birga oksidlovchi gaz sifatida koloshnik gazlari tarkibiga kiruvchi karbonat angidrid dan ham foydalanish mumkin.

Bu usulning afzallik tarafi shundaki, bunda koloshnik gazi tarkibidagi tiklovchilardan qayta foydalanish imkoniyatining mavjudligi, buning natijasida esa konversiya uchun tabiiy gazga bo'lgan talab birmuncha kamayadi. Karbonat angidridli konversiya $1200-1300^\circ\text{C}$ va undan yuqori haroratlarda sodir bo'lishi kerak. Nisbatan past haroratlarda ($950-1000^\circ\text{C}$) jarayon faqat katalizatorlar ishtirokida sodir bo'ladi.

Qattiq yoqilg'ilardan tiklovchi gaz olish uchun ularning gazifikatsiya reaksiyalari, oksidlovchi sifatida texnologik kislorod ishtirokida, suv bug'i yoki karbonat angidrid ishtirokida quyidagi reaksiyalar orqali sodir bo'ladi.



Gaz tarkibida azotning miqdori yuqori bo'lganligi uchun, oksidlovchi sifatida havodan foydalanish mumkin emas.

Qattiq yoqilg'ilardan foydalanilayotganda uning quyidagi xarakteristikasi hisobga olinadi: a) uchmaydigan uglerod miqdori; b) uchuvchan uglerod miqdori va tarkibi; r) kul miqdori; d) qatron mavjudligi va miqdori; e) reaksiya xususiyati.

Metallashgan maxsulotlarning xossalari.

Domna jarayonida foydalaniladigan, past metallashgan okatishlarning asosiy xarakteristikalaridan biri ularning metallashganlik darajasidir.

Metallashganlik darajasi. Metallashganlik darajasi 80% dan kam bo'lgan xomashyolarni po'lat eritish pechlarida qayta eritish samarasiz hisoblanadi. Hozircha metallashganlikning eng past samadorlik darajasi aniqlanmagan.

Bo'sh jinslarning miqdori. Bu ko'rsatgich shlakning chiqishiga, elektroenergiyaning sarfiga, binobarin po'lat ishlab chiqarish iqtisodiga ta'sir qiladi. (SiO_2 5% dan ko'p emas).

Zararli qo'shimchalar miqdori bu ko'rsatgich ham ishlab chiqarilayotgan po'latning markasiga bog'liq bo'ladi. Sifatli po'lat olish uchun oltingugurt va fosforning miqdori mos ravishda 0,01 va 0,015% dan oshmasligi kerak.

Uglerod miqdori po'lat eritish agregatlarida po'latning erish jarayoniga va po'latning qaynash jarayoniga kuchli ta'sir qiladi. (1-2%).

Metallashgan okatishlarning zichligi bu ham po'lat eritish bo'limi uchun juda muhim, chunki vannada okatishlar crib, shlak qavatlaridan o'tishi shunga bog'liq. Ba'zi hollarda okatishlarni zichlamasdan jarayonga beriladi. ($1,8\text{t/m}^3$ dan kam bo'lmagan holda).

Gazlar miqdori. Azotning ko'pgina qismi shixta bilan kiradi. Azot miqdori ko'pligi jarayonga salbiy ta'sir qiladi (0,01-0,08% dan kam).

3.12. Temirni rudadan ajratib olishda oltingugurt va fosforni yo'qotish

Misol. 1650°C da nordonsizlantirish uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblaymiz:

- a) manganets bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,5; 1,0; 1,5%;
- b) kremniy bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,2; 0,5 i 1,0 %;
- v) alyuminiy bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,05; 0,10 i 0,15%.

Nordonsizlantirish jarayonida aktivligi birga teng bo'lgan, MnO , SiO_2 va Al_2O_3 toza oksidlar hosil bo'ladi. Kremniy uchun o'zaro ta'sirlashish parametri $E_{\text{Si}}^0 = 0,11$ ga teng.

Yechim. Kiritilgan parametrlar asosida

$$K_{\text{Mn}}(1923) = 2,6 \cdot 10^{-3}; K_{\text{Si}}(1923) = 6,1 \cdot 10^{-5}; K_{\text{Al}}(1923) = 7,6 \cdot 10^{-5}$$

Formulalardan foydalanib, reaksiya muvozanat konstantalarini aniqlaymiz: K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} .

Reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar uchun aktivlik koeffitsiyentini adabiyotlardan aniqlaymiz:

$$\lg f_{\text{O}}^{\text{Mn}} = -0,021 [\% \text{ Mn}];$$

$$\lg f_{\text{O}}^{\text{Si}} = 0,11 [\% \text{ Si}];$$

$$\lg f_{\text{O}}^{\text{Al}} = [\% \text{ Al}].$$

Hisobot natijalari quyidagi 3.12.1.-jadvalga kiritiladi.

3.12.1- jadval

Suyuq temirni nordonsizlantirishda elementlar muvozanat konstantalarini hisoblash natijalari

Nordonsizlantiruvchi	[% R]	f_{O}^{Mn}	f_{O}^{Si}	f_{O}^{Al}	[%O]	$\lg[\%R]$	$\lg[\%O]$
Mn	0,5	0,98	-	-	0,0531	-0,301	-1,275
	1,0	0,95	-	-	0,0274	0	-1,562
	1,5	0,93	-	-	0,0186	0,176	-1,730
Si	0,2	-	1,05	0,94	0,0405	-0,699	-1,392
	0,5	-	1,14	0,86	0,0170	-0,301	-1,770
	1,0	-	1,29	0,74	0,0093	0	-2,032
Al	0,05	-	-	-	0,00034	-1,301	-3,468
	0,10	-	-	-	0,00021	-1,000	-3,678
	0,15	-	-	-	0,00016	-1,824	-3,796

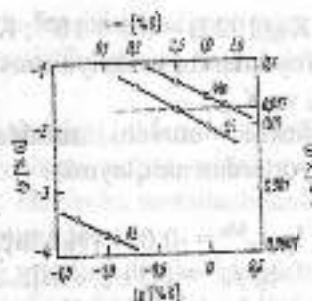
Kislorodning muvozanat konstantasini aniqlaymiz:

$$[\%O]_{\text{Mn}} = K_{\text{Mn}} \frac{1}{[\% \text{Mn}]^{1/2}}$$

$$[\%O]_{\text{Si}} = \sqrt{K_{\text{Si}} [\% \text{Si}]^2}$$

$$[\%O]_{\text{Al}} = \sqrt[3]{K_{\text{Al}} [\% \text{Al}]^3}$$

Olingan ifodaga muvozanat konstantasi ifodasini, nordonsizlantiruvchi konsentratsiyasini, aktivlik koeffitsiyentini qo'yib, kislorodning muvozanat konstantasini topamiz va jadvalga kiritamiz.



3.12.1.-rasm. 1650°C da suyuq temirni nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konstantasi

Hisobotlar natijalari asosida grafik chizamiz. Bundan ma'lum bo'ladiki, kislorodning muvozanat konstantasi 0,017%, bu eritmada kremniy konsentratsiyasi 0,5 % bo'lganda ta'minlanadi. Marganets bilan nordonsizlantirishda xuddi shunday konsentratsiyali kislorod olish uchun eritmada 2 % marganes bo'lishi kerak.

Nazorat savollari

1. Kislorodning muvozanat konstantasi qanday aniqlanadi?
2. Aktivlik koeffitsiyenti formulasini keltiring.
3. Nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konstantasining ahamiyati.
4. Gaz xolidagi tiklovchilarga qaysi gazlar mansub bo'ladi?
5. Gaz xolidagi tiklovchilarga qo'yiladigan talablar?
6. Metallashtirish darajasi?

3.13. Temir tarkibli boyitmalarni qayta ishlash texnologik jarayonlari tasnifi. Metallashgan temir olishda midrex, hill jarayonlarining tasnifi.

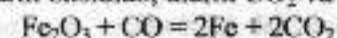
Xozirgi kunda metallashgan temir ishlab chiqarish bo'yicha yetakchi rol o'ynayotgan texnologiyalar Midreks va XiL-III texnologiyalari hisoblanadi. Bu jarayonlarning prinsipial texnologik sxemalari 1 va 2 rasmda va ularning xarakteristikasi 1 rasmda keltirilgan.

Solishtirilayotgan jarayonlarning asosiy farqli jihatlari issiq tiklovchi gaz olish usuli bilan farqlanadi.

Midreks jarayonida – bu shaxtali pechlarda xosil bo'luvchi tabiiy gazning konversiya maxsulotlari bilan temirni tiklash, bunda tashqaridan xech qanday oksidlovchilar (kislorod, par) ta'sir ettirilmaydi.

Jarayondan kelib chiqib aytish mumkinki, bunda tabiiy gaz uglevodorodlarini oksidlovchi bo'lib, temirni tiklanishidan xosil bo'layotgan kislorod xizmat qiladi.

Shaxtali pechda jarayon boshlanganda temirning tiklanishida bu kislorod H_2 va CO larni oksidlab, ularni CO_2 va H_2O larga aylantiradi.



Keyin esa, pechning reformalarida xosil bo'ladigan CO_2 va H_2O gazlar tabiiy gaz uglevodorodlarini H_2 va CO gacha oksidlaydi.



Bu jarayon bitta sikl davomida ko'plab marta takrorlanadi.

XiL-III jarayoni-bunda tabiiy gazning bug'li konversiyasi, bunda tashqaridan beriladigan kislorod sifatida suv bug'lanishidan xosil bo'lgan kislorod beriladi.

Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlaridagi kabi XiL-III jarayonida ham tabiiy gazning bug'li konversiyasidan keng foydalaniladi, bunda reaksiya yuqori bosim ostida, deyarli uch baravar ortiqchaligi bilan boradi. Parli konversiyadan foydalanishda parning ortiqchaligi ikkita jiddiy texnologik yechimni xal etishni talab etadi.

- shaxtali pech reaktoriga issiq konvertor gazini berishdan oldin ortiqcha parni yo'qotish maqsadida sovitish va gazni takroran pechga berishdan oldin yana uni qizdirish.

- tabiiy gazning konversiyalanishida ishtirok etmaydigan chiqindi gazlarni (колошниковой газ) yo'qotish.

Aytish kerakki, XiL-III jarayonida konvertor gazini takroran qizdirish, qizdiruvchi trubasiga 600-700°C xarorat intervalida agressiv ta'sir ko'rsatadi, bu "metallning changlanishiga" olib keladi. Qizdirilayotgan gaz trubasini ximoyalash uchun va uning ishlash

muddatini oshirish maqsadida qizdirilayotgan tiklovchi gazga oltingugurt tarkibli birikmalarni puflash talab etiladi. Shular bilan bog'liq xolda bu jarayonda tabiiy gazning desulfurizatsiyalanishi Midreks jarayoniga qaraganda ancha yuqori.

Agar Midreks jarayonida turli gazlarni reformerga uzatishdan oldin faqat bitta issiqlik almashuvchi apparatdan, ya'ni rekuperatordan foydalanilsa, XiL-III jarayonida beshta shunday apparatlardan ya'ni quyidagilardan foydalaniladi.

Reformerning konvektiv qismi, bundan tabiiy gazni (tabiiy gaz va suv bug'larining aralashmasini) trubogeneratorga berishdan oldin qizdirishda foydalaniladi. Bu yerda so'rib olingan gazlar reformerning o'zida tozalanib ushlab qolinadi.

Kotel-utilizator, bundan trubogenerator uchun par chiqariladi va issiq konvertor gazining fizikaviy issiqligi utilizatsiya qilinadi.

Issilik almashtirgich (теплообменник), konvertor gazidagi qoldiq issiqlikni utilizatsiya qilib kotel suvini qizdirish uchun.

Rekuperator, tiklovchi gazlarni dastlabki qizdirish uchun, bunda shaxtali reaktordan chiqayotgan chiqindi gazlar issiqligidan foydalaniladi.

XiL-III jarayoni ancha murakkab texnologik sxemaga egaligi bilan Midreks jarayoniga qaraganda bir qancha katta miqdorda issiqlik almashinuvchi va gazlarni tozalash va sovutish dastgoxlaridan foydalanishni talab etadi.

Shunday qilib Midreks jarayonida – chiqindi gazlar uchun bitta trubali skrubber, XiL-III jarayonida esa uchta qurilma – konvertor gazlarini sovutish uchun, chiqindi gazlarni tozalash va sovutish uchun, texnologik gazlarni uglekislotadan tozalash uchun.

Yordamchi dastgoxlarning ko'pligi tufayli XiL-III jarayonida qo'llaniladigan dastgoxlarning umumiy massasi Midreks jarayonida qo'llaniladigan dastgoxlar massasidan 15-20 % ga yuqoriligini ko'rishimiz mumkin.

Bu ikki jarayonning texnologik ko'rsatgichlarini solishtiradigan bo'lasak, ular quyidagilardir. Birinchidan XiL-III jarayonida pech reaktoridagi bosim Midreks jarayoniga qaraganda ancha yuqori, bu (0,55 MPa qarshi 0,2 MPa). Bu tabiiy gazning parli kanversiyasining qo'llanilishi bilan bog'liq.

Shuni ta'kidlash lozimki, XiL-III reaktorida parli konversiya qo'llanilishi bilan bog'liq xolda reaktorda vodorod miqdori uglerod oksidiniqiga qaraganda 3,5 marta ko'proq bo'ladi. Bu esa pechdagi haroratni yuqoriroq ushlab turishni talab etadi, (Midreks ga qaraganda 30-50 °C ga) chunki temir asosan vodorod bilan ko'p miqdorda issiqlik yutilishi bilan tiklanadi.

Ikkita jarayondan olinadigan maxsulotlarning ham metallashganlik darajasi deyarli bir xil.

Jarayonning samaradorligini belgilovchi sarf-xarajat ko'rsatgichlarini quyidagicha ta'kidlash mumkin.

Tabiiy gaz sarfi ikkala jarayonda ham deyarli bir xil satxda. Elektroenergiyaga bo'lgan talab XiL-III jarayonida taxminan 2 marta kam, chunki bu jarayonda o'zining xususiy issiqlik energiyasidan elektrenergiya ishlab chiqarish imkoniyati mavjud.

3.11.1. Metallashtirish jarayonining texnologik sxemasi Midrex jarayoni

Midrex texnologiyasi oksidlagan okatishlarni shaxtali pechda konvertorlangan tabiiy gaz bilan tiklash jarayonlarini qamrab oladi. Shaxtali pechlarda metallashtirish jarayoni tiklanish zonasida 900 °C haroratda va 0,2 MPa_{abs} gacha bosimda olib boriladi. Issiq metallashgan okatish (metallashganlik darajasi 92-94%) sovutish zonasida 40 – 60 °C gacha sovutiladi va pechdan chiqariladi.

Metallashgan okatishlarni sovutish yopiq konturda kompressor yordamida sirkulyatsion gazlar bilan sovutiladi.

Metallashtirish ustanovkasining gaz potoki sxemasi 1-chizmada keltirilgan.

Sxemaga muvofiq shaxtali pechdan chiqib ketuvchi chiqindi gazlar (koloshnikli gaz) changdan tozalash va sovutish uchun skrubberga beriladi va ikkita oqimga bo'linadi:

- texnologik gaz - reformerda tabiiy gazni kanversiyalash uchun foydalaniladi.

- yoqilg'i gazi, kam miqdorda tabiiy gaz bilan aralashtirilgandan so'ng reformer bosh gorelkasiga beriladi.

Bunda yoqilg'i gazi, texnologik gaz bilan solishtirilganda gazning yonuvchanlik xususiyatini oshirish maqsadida suv parlari

to'liq yo'qolguncha kuchliroq sovutiladi. Texnologik gaz esa undagi suv bug'laridan tabiiy gazni konversiyalashda konvertirlovchi agent sifatida foydalanish uchun kamroq sovutiladi. Bu gaz ketma-ket birinchi va ikkinchi boqichlarda kompressorda siqilgandan so'ng rekuperatorlarda qizdiriladi, bundan so'ng esa oltinugurt birikmalaridan ZnO yordamida tozalanadi va tabiiy gaz bilan aralashtirib tiklovchi gaz (to'yimli gaz) tayyorlanadi. To'yimli gaz rekuperatorlarda qizdirilgandan so'ng reformerning reaksiya trubasiga tushadi, bu yerda nikel katalizatori ishtirokida CO_2 va H_2O lar yordamida keltirilgan texnologik gaz bilan konversiyalanadi.

Konverterlangan gaz reformerda chiqishda 950°C nominal haroratga ega bo'ladi. Konvertor gaziga kam miqdorda rekuperatorlarda qizdirilgan tabiiy gaz qo'shilgandan so'ng, bu gaz tiklovchi sifatida $880 - 900^\circ\text{C}$ harorat bilan shaxtali pechga puflanadi.

Pechda gaz okatish qavatlar orasidan o'tib, ularni metallashganlik darajasi 92 % ga yetgunga qadar tiklaydi. Pechga puflanayotgan gaz yuqori tiklovchanlik potensialiga ega, $(\text{CO} + \text{H}_2):(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ munosabati 11 dan yuqori.

Pechda xosil bo'ladigan tiklanish maxsulotlari CO_2 va H_2O ning bir qismi reformerda tabiiy gazni konversiyalash uchun ishlatiladi, qolgan qismi esa texnologik sikldan chiqariladi. Suv bug'larining ko'pgina qismi chiqindi gazlarni sovutishda yo'qotiladi.

Yoqilg'ining umumiy sarfini kamaytirish va reformerda xosil bo'ladigan xira gazlarning issiqligidan samararli foydalanish maqsadida, tabiiy gaz va yoqilg'i gazlarni yondirish paytida ularni rekuperatorlarda tozalanadi.

Rekuperatorlarda xira gazlarning harorati 1125°C dan 280°C gacha nominal ko'rsatgichgacha tushiriladi.

Xira gazlar venilyator yordamida so'riladi va atmosferaga truba orqali chiqarib yuboriladi.

Keltirilgan texnologik sxema oxirgi yillarda xayotga tadbiiq etilgan Midreks ustanovkalari uchun umumiy xisoblanadi. Shu bilan birgalikda oxirgi yillarda Midreks firmasi tomonidan jarayonni tezlashtirish maqsadida kisloroddan foydalanib, tabiiy gaz sarfini kamaytirishga qaratilgan, takomillashgan texnologiyalar o'ylab chiqilmoqda.

Kisloroddan foydalanishning ikkita yo'nalishi ishlab chiqilgan: gazning xaroratini taxminan 970°C oshirish maqsadida tiklovchi gazga kislorod puflash;

tabiiy gazning kislorodli konversiyasi, bunda olingan konvertor gaziga pechning markaziy qismidan kislorod puflash, bunda xam tiklovchi gazning xarorati 970°C gacha yetkaziladi.

Kislorodning solishtirma sarfi $20 \text{ m}^3/\text{t}$ bo'lganda metallashtirish darajasi maksimumga yetkaziladi.

Birinchi xolatda (kislorodni tiklovchi gazga puflashda) pechning ishlab chiqarish unumdorligi 7 % ga, ikkinchi xolatda (tabiiy gazning kislorodli konversiyasida) 36-38 % ga oshadi. Tabiiy gaz sarfi mos ravishda 2 va 6 % kamayadi, maxsulotda uglerodning foiz tarkibi esa 2,2-2,5 % gacha oshadi.

3.11.2. Xill jarayoni

XILL texnologiyasi shaxtali reaktorda $900 - 950^\circ\text{C}$ xarorat va $0,55 \text{ MPa}_{\text{abs}}$ bosimda oksidlangan okatishlarni tiklovchi gaz bilan metallashtirish jarayonini o'z ichiga oladi. Issiq metallashgan okatish, metallashganlik darajasi 92-94% sovutish zonasida 50°C gacha sovutiladi va pechdan chiqariladi.

Metallashgan okatishlarni sovutish yopiq konturda kompressor yordamida sirkulyatsion gazlar bilan sovutiladi. Bunda maxsulot tarkibidagi uglerod miqdorini boshqarib borish uchun sovutuvchi gazga tabiiy gaz qo'shish mumkin.

Metallashtirish ustanovkasining gaz oqimi sxemasi 2-chizmada keltirilgan.

Chizmaga muvofiq shaxtali pechdan chiqib ketuvchi chiqindi gazlar (yuqori gaz) (400°C xarorat atrofida), rekuperator orqali o'tkazilib changlardan tozalanadi va skrubberda sovutiladi va ikkita oqimga bo'linadi:

- texnologik gaz (asosiy gazning 2/3 qismi), tiklovchi gaz sifatida sirkulyatsion siklda takroran foydalaniladi.

- yoqilg'i gazi, tabiiy gaz bilan aralashtirilgandan so'ng tiklovchi gazni qizdiruvchi isitishga beriladi.

Sovutilgan va changlardan tozalangan texnologik gaz kompressorlarda siqiladi va karbonat angidridni yuvish uchun absorberga tushadi. Yuvish metal-dietanolamina (MDEA) yordamida amalga oshiriladi. Aytish kerakki Xill jarayonida Midrex jarayonidan farqli o'laroq CO₂ konvertirlash agenti xisoblanmaydi va o'zini tiklanish jarayoni uchun ballast tutadi.

H₂O va CO₂ dan xoli bo'lgan gaz sovutilgan konvertor gazi bilan birgalikda rekuperatorga tushadi va gaz 900 - 950 °C gacha qizdirilib, reaktorga beriladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, XILL-III jarayonida konvertorlangan gaz tabiiy gazning parli konversiyasidan olinadi va bunda yuqori bosim va paming ortiqcha miqdori ko'p bo'ladi.

Konvertor gazini olish sxemasi, issiq konvertorlangan gazi issiqligidan foydalanib, xarorati 800 °C kotalizatorlarda par olishni nazarda tutadi.

Qozon suvi, qozon utilizatorga berishdan oldin issiqlik almash-tirgichdan o'tadi. Oxirgi yillarda jarayonni takomillashtirish uchun bir qancha takliflar bildirilmoqda, jumladan kisloroddan foydalanish va shaxtali reaktor (HILL Zr process) ning o'zida to'g'ridan to'g'ri tabiiy gazning anchagina qismini konversiyalash.

Bu texnologiya bo'yicha sovuq tiklovchi gazga tabiiy gaz purkaladi, bunda tabiiy gazning kislorodli konversiyasi sodir bo'ladi (CH₄ + 0,5O₂ = CO + H₂), hamda yangi tiklangan temir yuzasida self-reforming deb nomlanuvchi (CH₄ = C + 2H₂) tabiiy gazning konversiyasi sodir bo'ladi.

Bu texnologiyani yaratuvchilarning fikricha 50 nm³/t kislorod sarflanganda tabiiy gazning sarfini 8-10% ga kamaytirishga erishiladi va maxsulotda uglerodning miqdorini 4% gacha oshiriladi.

Ko'rib chiqilgan Midreks va Xil texnologiyalarining zamonaviy mo-difikatsiyalarida metallashgan okatishlarni shaxtali pechlardan sovutmas-dan chiqarib, issiq ko'rinishda elektropechlarga yuklash imkonini beradi.

Nazorat savollari:

1. Xill jarayoni va Midrex jarayonlarining farqli jixatlari nimada?
2. Tabiiy gaz konversiyasi deganda nimani tushunasiz?
3. Xill jarayoni va Midrex jarayonlarning sarf harajat ko'rsatgichlarini sanab bering?

3.14. Qattiq fazadagi kimyoviy reaksiyalar

Turli metallurgik jarayonlar uchun qattiq fazali reaksiyalar oxirgi vaqtlargacha haqiqiy baxolanmagan. Bularga qattiq oksid-larning oksidlanishi va tiklanishi, gidratlar va karbonatlarning parchlanishi, sulfidlarning oksidlanishi, bo'sh tog' jinslari va flyuslar orasidagi reaksiyalar va boshqalar kiradi.

Qattiq fazali kimyoviy reaksiyalar topoximik reaksiyalar sinfiga mansub bo'lib, dastlabki moddalar va maxsulotlar orasida xech bo'lmasa bitta qattiq modda ishtirok etadi. Topoximik reaksiyalarning umumiy hususiyati shunda namoyon bo'ladiki, bunda jarayon qattiq faza chegarasi yuzasida rivojlanadi. Reaksiyalarning borish tezligi deganda, moddaning vaqt davomida o'zgarishi tushuniladi:

$$\alpha = (N_0 - N) / N_0,$$

bu yerda N₀ va N-dastlabki va joriy modddalar miqdori.

Reaksiyaning tezligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$v = da/dt$$

qattiq fazali reaksiyalarning zamonaviy termodinamik nazariyasi ko'plab uchraydigan quyidagi reaksiya misolida K.Vagner tomonidan taklif qilingan va G.Shmaltzridom tomonidan rivojlantirilgan:



Bu nazariyaning umumiy qonuniyatlari quyidagilardir:

- 1) Reaksiya tezligi qavatlar orasida hosil bo'luvchi maxsulot ionlari diffuziyasi bilan limitlanadi;
- 2) Reaksiyaning qavat maxsuloti kompaktili hisoblanadi va uning tarkibidagi turli massadagi deflektlar (zarrachalar chegarasi, dislokatsiyalar) ionlarning harakatlanishiga ta'sir etmaydi;
- 3) Fazalar chegarasidagi reaksiyalar, maxsulot qavatlar orasidagi diffuziya jarayoniga nisbatan bir muncha tez boradi, shuning uchun fazalar chegarasida termodinamik muvozanat o'rnatiladi;
- 4) Alohida ionlar reaksiya qavatlarda bir-biriga bog'liq bo'lma-gan holda harakatlanadi.

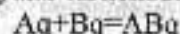
Amaliy ishlar uchun qattiq fazali reaksiyalar haqida termodinamika bergan ma'lumotlar yetarlicha emas. Vaqt davomida reaksiyalar qanday boradi degan savolga kinetika javob beradi.

Kinetik tadqiqotlar odatda ikkita bosqichni o'z ichiga oladi:

1) Tezlikni eksperimental aniqlash yoki reaksiyalarni olib borish sharoitlari bilan bog'liq ravishda moddalarning o'zgarish darajasi va topilgan bog'liqlikning matematik ta'rifi;

2) Jarayonning kinetik parametrlarini baxolash va ularni sodir bo'luvchi jarayonning tabiati bilan bo'g'liq ravishda interpretatsiyalash.

Ta'kidlab o'tilganidek, metallurgiyada qattiq faza ishtiroki bilan boradigan kimyoviy reaksiyalar turlichadir.



misolidagi qattiq fazali reaksiyaning qonuniyatlariga to'xtalamiz. Bunday reaksiyalarga oksidli rudalar flyus va bo'sh tog' jinslari orasida boradigan reaksiyalar kiradi: Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO , CaO , Si_2O , MgO .

Metallurgik jarayonlar amaliyoti uchun, birlamchi maxsulot hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarning boshlang'ich asosiy ahamiyat kash etadi. Metallurgik agregatlarda qattiq fazali reaksiyalar borishining asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi: birinchidan, qattiq faza elementlar zarrachalarining kichik o'lchamliligi, ikkinchidan, ularni qayta ishlashda o'zaro joylashuvining o'zgarmasligi. Shuning uchun fazalar yuzasi xarakterli xisoblanadi bu jismning boshlang'ich bosqichida qattiq komponentlar orasidagi reaksiyalarning tezlashishi bilan tushuntiriladi.

Bu vaqtda reaksiyaning borishiga nafaqat oksidlarning bir-biriga ta'siri, balki ularning joylashuvi, geometriyasi, zarrachalar orasidagi kontaktlar soni xam ta'sir qiladi. CaO , SiO_2 larning kimyoviy aktivligi Fe_2O_3 ning aktivligiga qaraganda ancha yuqori, shunga qaramasdan reaksiya ferrit xosil bo'lishi bilan boradi. Bu CaO va Fe_2O_3 kontaktlar soni ko'p bo'lishi bilan boradi.

$CaO-FeO_2$ sistemada o'zaro ta'sirlashuv.

Oxirgi vaqtlarda bu va boshqa qator sistemalarni —eng sezgir tahlil usullaridan messbaurov spektroskopiya usulidan foydalanib tahlil qilingan. Dastlabki material na'munasi sifatida tarkibi

$CaO \cdot Fe_2O_3$ va $2CaO \cdot Fe_2O_3$ brikmassiga mos keluvchi aralashmadan foydalanilgan. Dastlabki shixtani yaxshilab aralashtirgandan so'ng, 49 MPa bosim ostida briktlashgan. Ferritlarni turli harorat-vaqt sharoitlarida oksidlovchi atmosferada sintez qilishgan.

Ta'sirlashishning birlamchi maxsuloti ikki kalsiyli ferrit hisoblanadi. Uning xosil bo'lishining boshlang'ich harorati $400^\circ C - 500^\circ C$ dan past haroratlarda CaO va Fe_3O_4 xosil bo'ladi.

Dastlab, CaO va Fe_3O_4 orasida qattiq fazada reaksiya oksidlovchi atmosferasiz bormaydi deb hisoblangan. Faqatgina, Messbader usulidan foydalanilganda reaksiya vakuumda boradi. O'zgaruvchan tarkibga ega bo'lgan $2(Fe,Ca) O \cdot Fe_2O_3$ turdagi yangi faza olingan.

$MgO-Fe_2O_3$ sistemasida o'zaro ta'sirlashuv.

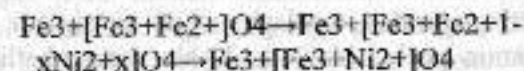
Bunda ham o'zaro ta'sirlashuv Messbauerov spektroskopiya usulida tahlil qilingan. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, dastlabki aralashmani turli haroratlarda kuydirish va sovutishga qaramasdan ferrit xosil qiluvchi kationlarning tarqalishi o'zgarmaydi.

Reaksiyaning bog'lanishi $623 K$ da kuzatilgan. $\alpha - Fe_2O_3$ ning MgO bilan butkul yo'qotilishi $1273 K$ da kuzatilgan. Jarayon diffuzion hududlarda sodir bo'ladi.

$NiO-Fe_2O_3$ sistemasida o'zaro ta'sirlashuv.

Oxirgi yillarda metallashgan ligerlangan okatishlar olish muommosi ko'plab mutaxassislarning diqqat e'tiborida bo'lib kelmoqda. Shuning uchun temir oksidi bilan ligerlovchi elementlar orasidagi reaksiyalar katta qiziqishlar bilan o'rganilmoqda.

$NiO-Fe_2O_3$ sistemasi ham Messbauer usuli yordamida tadqiq qilingan. O'zaro ta'sirlashuvning boshlang'ich harorati $475^\circ C$ ni tashkil etadi. Kinetik egri chiziqlar induksion davrga ega emas. Egri chiziqlarni past haroratli ($600^\circ C - 900^\circ C$) li va yuqori haroratli ferrit xosil bo'lishiga ajratish mumkin. Qattiq fazali reaksiyalar boshida Fe_2O_3 asosida nestexiometrik ferrit xosil bo'lishi bilan bosqichma bosqich boradi, keyinchalik quyidagi sxema bo'yicha stexiometrik ferrit xosil bo'ladi.



$$X=0$$

$$0 < x < 1$$

$$x=1$$

Diffuzion xududlar uchun aktivlash energiyasi kattaligi reaksiya maxsulotlarida Fe^{2+} va Ni^{2+} kationlarining diffuziyalanishida katta rol o'ynaydi.

Nazorat savollari

1. Temirli qotishmalardagi temir qanday aniqlanadi?
2. Ishni bajarish tartibi qanday olib boriladi?
3. Ishni olib borishda temir qanday erituvchida eritiladi?
4. Qattiq fazali reaksiyalar deganda qanday reaksiyalar tushuniladi.
5. Qattiq fazali reaksiyalarning borish mexanizmlari.
6. Qattiq fazali reaksiyalarning temirni rudadan bevosita olish jarayonlaridagi ahamiyati.

1.15. Temirli qotishmalarda temirning miqdorini aniqlash

Temirni ajratib oluvchi sifatida toshko'mir va koksdan foydalaniladi. Pechga temirni ajratib oluvchini uzatish usuliga qarab jarayon 3 ga bo'linadi:

Tarkibida ko'mir bo'lgan okatishlangan temir rudasidan temir olish.

Bu usulda okatish tayyorlanish vaqtida temir rudasiga 15-20% qattiq temir ajratib oluvchi qo'shiladi va tayyor bo'lgan okatishlar 1200-1250°C haroratda 20-30 minut qizdiriladi. Okatish tarkibidagi uglerod yordamida temir ajralish jarayoni sodir bo'ladi. ajratib olinish darajasi 50-80% ni tashkil qiladi. Qizdirish uchun har xil pechlardan foydalaniladi: shaxtali, trubali va konveyerli.

Okatishlangan temir rudasiga maydalangan yoqilg'i qo'shib temir olish.

Ushbu usulda olingan okatish tarkibi quyidagicha:

Temir rudasi, dolomit yoki ohaktosh 0,8-3,0 mm. Dolomit va ohaktosh oltingugurtdan tozalash uchun qo'shiladi. Pech sifatida trubaquvrsimon pech ishlatiladi. Ushbu ketma-ketlikda agregatlar joylashuvi: qizdirish panjarasi – trubaquvrsimon pech – aylanib tu-

ruvchi trubasimon sovutgich. 1tonna uchun 350-600 kg qattiq yoqilg'i va 75-100 m³ tabiiy gaz sarflanadi.

Yurtimizda qizdirish panjarasi yuzasi 180 m³, trubaquvrsimon pechning diametri 7 metr va uzunligi 92 metr, sovutgichining diametri 3,8 m va uzunligi 108 metrli agregatlar ketma-ketligi mavjud. Temirni ajratib olish darajasi (80-95%) ga teng bo'lgan ushbu agregat yig'indisi tajribalarni sanoat darajasida o'tkazish uchun qurilgan. Loyiha bo'yicha agregat 80% darajada temir ajratib olsa, ishlab chiqarish quvvati 2000 t/sutkaga yetadi. Agar 95% ga yetsa, ishlab chiqarish quvvati 2 barobarga tushadi. Ushbu usul oxirigacha o'rganib chiqilmagan.

Misol. 1650°C haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash:

- a) 0,5; 1,0; 1,5% konsentratsiyalarda marganes bilan;
- b) 0,2; 0,5 i 1,0 % konsentratsiyalarda kremniy bilan;
- v) 0,05; 0,10 i 0,15% konsentratsiyalarda alyuminiy bilan.

Nordonlikni yo'qotish jarayonida MnO , SiO_2 va Al_2O_3 oksidlari hosil bo'ladi, bunda aktivlik 1 ga teng.

Kremniyning o'zaro ta'sirlashish parametri $S_i = 0,11$.

Yechim. $K_{Mn(1923)} = 2,6 \cdot 10^{-2}$; $K_{Si(1923)} = 6,1 \cdot 10^{-5}$; $K_{Al(1923)} = 7,6 \cdot 10^{-14}$. tenglamalardan foydalanib, ma'lum haroratlarda K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} lar uchun reaksiyalarning muvozanat konstantalarini aniqlaymiz.

Nazorat savollari

1. Tarkibida ko'mir bo'lgan okatishlangan temir rudasidan temir olish haqida ma'lumot bering.
2. Okatishlangan temir rudasiga maydalangan yoqilg'i qo'shib temir olishning mohiyati.

3.16. Zarrachalarning kuyish jarayoni

Maydalangan temir tarkibli materiallarni termik qayta ishlashda kuyish jarayoni kuzatiladi. Agar kuyishga preslangan, kovak material berilsa, kuyish jarayoni aktivlashadi. Qaytmas jarayon hisoblanuvchi kuyish jarayonida zarrachalarning sirt energiyasi kamayishi kuzatiladi.

Ya.E.Gegudin kuyishda sodir bo'luvchi hamma jarayonlarni geometrik belgilari asosida uchta bosqichga bo'lishni taklif qilgan.

1) Boshlang'ich bosqichda zarrachalarning o'zaro yopishishi kuzatiladi. Zarrachalar orasida kontaktlar yuzasi ortadi, zarrachalar markazlari yaqinlashadi. Bu bosqichda zarrachalar o'zlarining mustaqil tuzilishini saqlab turadi, ya'ni ular orasidagi chegaralar saqlanib turadi.

2) Kuyishning ikkinchi bosqichida moddalar va bo'shliq orasida fazalarning tartibsiz aralashishi kuzatiladi.

3) Kuyishning uchinchi bosqichida asosan faqat yopiq kovaklar qoladi va materiallarning zichlashishi kovaklar hajmlari yig'indisi ning kamayishi bilan bog'liq.

Sanab o'tilgan bosqichlar aniq chegaralangan hisoblanmaydi, bundan tashqari ko'rsatilgan sxema xususiy jarayonlar – oksidlanish, tiklanish, suv bug'larini yo'qotish, dissosatsiya va boshqa jarayonlarni hisobga olmaydi.

Qizdirish jarayonida kristall zarrachalarning to'qnashishida zarrachalarning erkin energiyasi kam tomonga ko'chishi sodir bo'ladi, bu sistema energiyaning kamayishi tomonga harakatlanishi bilan tushuntiriladi.

Bunda moddalarni tashishning turli mexanizmlari kuzatiladi.

Barcha oqim mexanizmi. Hamma kristallik panjarada xar doim vakansiyalar mavjud bo'ladi, bu atomlarning almashinishga imkon yaratadi. Bunday almashinish atomlarning bir biriga bog'liq bo'lmagan tarzda amalga oshadi. Buning natijasida suyuqlikning oqishiga analogik ravishda kristallarning oqishi sodir bo'ladi. Jarayonning tezligini aniqlovchi kattalik, yopishqoqlik η , diffuziya koeffitsienti D^* bilan bog'liq.

$$1/\eta = D^* \delta / kT,$$

Bu yerdav δ – kristall panjara davri.

Yopishqoq oqimda kontaktlar yuzasi ortadi, markazlari yaqinlashadi, ya'ni materiallarning cho'kishi sodir bo'ladi.

Parlanish-kondensatsiyalanish mexanizmi. Musbat radiusli krivizinali zarrachalar yuzasida bug'larning turg'unligi manfiy radiusga ega bo'lgan krivizinaga nisbatan xar doim yuqori bo'ladi. Bug'lar-

ning muvozanat bosimlari farqi ostida moddalar pufakchalar yuzasiga yopishadi.

Hajmiy diffuziya mexanizmi. Hajmiy diffuziya mexanizmi qachonki, ortiqcha vakantsiyalar shishgan yuzalarni xosil qilganda kuzatiladi.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, X radiusga ega bo'lgan kuyuvchi shishik orasida quyidagicha bog'liqlik kuzatiladi, bu bog'liqlik hamma mexanizmlar uchun mosdir.

$$X_n(\tau):am = A(T)\tau,$$

Bu yerda-sferik zarrachalarning radiusi; τ - vaqt; $A(T)$ – haroratga bog'liq funksiya.

Barcha oqim rejimi uchun $n=2$, $m=1$; parlanish kondensatsiyalanish mexanizmi uchun $n=3$, $m=1$; hajmiy diffuziya uchun $n=5$, $m=2$; yuza diffuziyasi uchun $n=7$, $m=3$.

Ta'riflab o'tilgan tashish mexanizmlar faqat qattiq fazali kuyishga ta'luqli hisoblanadi. Ko'pgina xollarda temir tarkibli materiallarni tiklovchi qayta ishlashda eritma xosil bo'ladi. Bunda moddani tashish uchun qo'shimcha imkoniyat paydo bo'lishini nazarida tutish kerak.

Zarrachalarni qayta guruhlantirish. Zarrachalar orasidan o'tuvchi suyuqlik moylovchi vazifasini bajarib, tortilishni kamaytiradi va zarrachalarni bir biriga yopishtiradi.

Eritish-cho'ktirish. Bu mexanizmning ta'siri zarrachalarning kontakt joylarida suyuqlikning yuza tortilish kuchi ta'sirida qattiq fazaning mayda zarrachalari erituvchi va eritnada yirik zarrachalarning kristall anioini keltirib chiqaruvchi kappillyar bosim yuzaga kelganda seziladi.

Tiklovchi qayta ishlashda qattiq fazali kuyish.

Qattiq fazali kuyish temir tarkibli materiallarni tiklash jarayoniga ta'sir qiladi.

Temir tarkibli materiallarni tiklovchi termik qayta ishlashning bir qancha o'ziga xos xususiyatlari mavjud:

a) komponentlar sonining ko'pligi (Fe, Si, Al, Ca, Mg oksidlari va boshqalar);

b) jarayon borish davomida xosil bo'luvchi gazlarning sezilarli miqdori;

v) oksidlovchi tiklovchi reaksiyalarning borishi;
g) qattiq fazali reaksiyalarning borishi (magnetit va kremnezom orasida, ohak va gematit orasida va boshqalar);

d) Bir qancha miqdorda o'zgaruvchan tarkibli va xususiyatli suyuq faza xosil bo'lishi mumkinligi.

Bu xususiyatlar kuyish qonunlaridan o'zgarishsiz foydalanish imkonini bermaydi.

Kuyish jarayonining birinchi bosqichida parallel ravishda solishtirma yuzaning kamayishi va kovaklar solishtirma yuzasining kamayishi kuzatiladi.

Shuning uchun qisqa vaqtli jarayonda kuyish jarayonining xarakterli ko'rsatgichi kovaklarning o'zgarishi hisoblanadi.

Qattiq fazali kuyish jarayonining kinetikasini quyidagi formula ifodalaydi.

$$\Delta L/L = kn \tau,$$

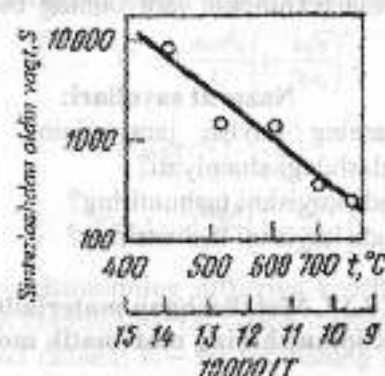
Bu yerda L - na'munaning boshlang'ich chiziqli o'lchami; ΔL - chiziqli o'lchamning absolyut o'zgarishi; k - na'muna kuyishining tezlik konstantasi; n - massa ko'chishini ifodalovchi koeffitsient, ko'pgina xollarda $n < 1$.

k ning haroratga bog'liqlik tenglamasi:

$$k = k_0 \exp(-E/RT),$$

bu yerda T - kuyish harorati; E - kuyishning aktivlanish energiyasi; R - gaz doimiysi; k_0 - eksperiment oldi ko'paytmasi.

Shixtaga qo'shiladigan qo'shimchalar kuyish jarayoni kinetikasini bir qancha o'zgartirishi mumkin. Qaynar qatlamda tiklovchi kuydirish jarayonida ham zarrachalarning kuyishi bir qancha qiyinlashadi. 3.14.1.-rasmida kuyish jarayoniga haroratning ta'siri tasvirlangan.



3.14.1.-rasm. Vaqt birligida kuyish jarayoniga haroratning ta'siri (gematitli ruda, zarrachalar o'lchami 0,06-0,1 mm).

Suyuq fazali kuyish jarayoni.

Bir qancha miqdorda suyuq fazaning xosil bo'lishi, kuyish jarayonini tezlashtiradi. Eritma temirli rudalar orasiga kirib va kovaklarni to'ldirib, zarrachalarni bir-biriga bog'lovchi kley vazifasini o'taydi, bu zarrachalarga yuqori energetik holatni egallashga imkon berdi.

Suyuq fazali kuyishning asosiy kriteriyasi bo'lib, yopishish konstanta tezligi hisoblanadi.

Kuyish jarayoniga bosimning ta'siri

Kuyish jarayoniga gazli sfera bosimi, asosan jarayon boshlanishida ta'sir ko'rsatadi.

Metallashtirish jarayonida metallning kuyishi

Kuyish metallashtirish jarayoni borishi va jarayon natijasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi: mustahkam metallik temir plyonkasi hosil bo'lishi oksidlarning tiklanish jarayoni tezligi va mexanizmini o'zgartiradi, metallashgan maxsulotning oksidlanuvchanligiga ta'sir qiladi. Ba'zan metallik temirning kuyish jarayoni umumiy jarayon haroratini chegaralashi mumkin. Aynan shaxtali pechlarda jarayon haroratini okatishlarning kuyib, konglomerat hosil bo'lishi

chegaralaydi, bu esa texnologik jarayonning butkul xatoligiga olib keladi.

Nazorat savollari:

- 1) Zarrachalarning kuyish jarayonining oksid materiallarni tiklovchi qayta ishlashdagi ahamiyati?
- 2) Qattiq fazada kuyishni tushuntiring?
- 3) Suyuq fazada kuyishni tushuntiring?

3.17. Metallashgan materiallar oksidlanishining matematik modeli

Kovak temirning yonish va oksidlanish jarayonlarining yetarlicha tadqiqot qilinmagan. Birinchilardan bo'lib, jarayonning matematik modelini Edstrom g'oyasi asosida M.I.S. da Yu.S. Yusfin, V.R. Grebennikovlar tomonidan ishlab chiqilgan. Quyida oksidlanishning matematik modelini qurish asoslari keltirilgan.

Vazifani umumiy holda ko'rib chiqamiz. Kovaklar radiuslarining bir-biridan turli farqlanishini hisobga olgan holda, ularni shartli ravishda hamma kovaklarni i-miqdorga ajratamiz, bunda hamma guruhlar o'rtacha radiusi (r_i^0), umumiy kovaklik miqdori ζ_i va ochiq yuzasi S_i^0 .

Quyidagi tushunchalarni qabul qilamiz: oksidlanish jarayoniga tashqi diffuzion omillar ta'sir qilmaydi; oksidlanish reaksiyasi gomogen bo'lib, reaksiyaga kirishuvchi moddalar diffuziya orqali yetib boradi; hamma kovaklar silindrik formaga ega bo'lib, tashqi yuzaga chiqadi; oksidlanish kinetikasi parabolik belgi bilan belgilanadi.

$$\Delta m = k\sqrt{\tau},$$

Bu yerda Δm – massaning qo'shilishi; τ – vaqt; k – koeffitsient.

1-chi guruh kovaklari uchun material massasiga diffuziyalanish tenglamasi quyidagicha ko'rinish oladi.

$$\frac{\partial c_i}{\partial \tau} = D^* \frac{\partial^2 c_i}{\partial x^2} + f^*(c_i).$$

Bu yerda $f^*(c_i)$ – reaksiyaning effektiv tezligi; c_i – material ichidagi reaksiyaga kirishuvchi moddaning konsentratsiyasi.

Tadqiqot qilinayotgan vaziyat uchun quyidagini qabul qilamiz.

$$D^* = D^* \frac{4\pi R^2 \tau}{k_1} \left(1 - \frac{k\sqrt{\tau}}{2\rho r_0} \right)^2;$$

$$D^* = D^* \left(1 - \frac{k\sqrt{\tau}}{2\rho r_0} \right);$$

$$f^*(c_i) = \frac{k_1 \pi r_0 k}{\sqrt{\tau}} \left(1 - \frac{k\sqrt{\tau}}{2\rho r_0} \right).$$

Bu yerda D^* – kislorodning diffuziya koeffitsienti; D^{Kn} – knudsenivskiy diffuziya koeffitsienti; D – rekin diffuziya koeffitsienti; r_0 – kovakning dastlabki radiusi; R – bo'lakchani radiusi; k_1 – kovakning to'luvchanlik koeffitsienti; ε – umumiy kovaklik; k – reaksiyaning tezlik konstantasi; ρ – hosil bo'luvchi oksid zichligi.

Oksidlanish jarayonini, kovaklar guruhi uchun oksidlovchi diffuziyasi bilan limitlanishini ko'rsatuvchi tenglama quyida keltirilgan.

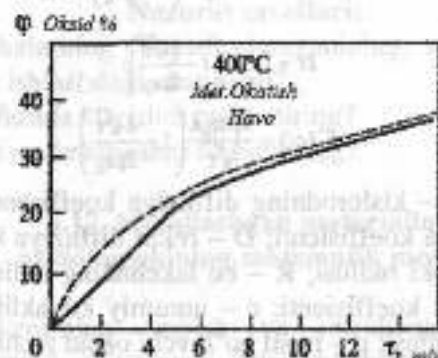
$$Q_i = \sqrt{\frac{6D_i D_i^{Kn} (c - c_p) \pi R r_0^2 \beta k S_i^0}{k_1 m}} \times \left[\frac{2\sqrt{(b - c\sqrt{\tau})\sqrt{\tau}}}{c} \left[\frac{1.5ab}{c} - 1 + \left(a - \frac{1.25a^2 b}{3c} \right) \sqrt{\tau} - \frac{a^2}{3} - \frac{5a^2 b^2}{8c^2} \right] + \frac{1}{\sqrt{c}} \left(\frac{2b}{c} - \frac{3ab^2}{c^2} + \frac{1.25a^2 b^3}{c^3} \right) \arcsin \sqrt{\frac{c}{b}} \right];$$

$$Q_i = k S_i^0 \left(\sqrt{\tau} - \frac{k\sqrt{\tau}}{2\rho r_0} \right).$$

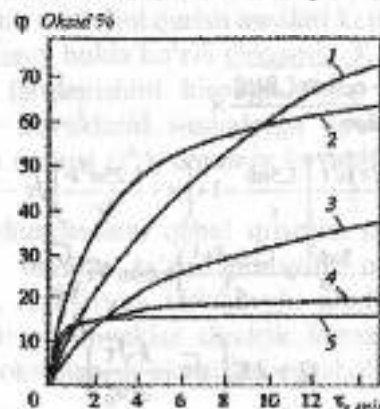
Bu yerda Q_i – i-chi guruh kovaklarida hosil bo'luvchi oksid miqdori; β – 1 kg oksid diffuziyalanishidagi oksid miqdori; c – gaz fazasidagi kislorodning miqdori; c_p – oksidlanish reaksiyasi borish sharoitlari uchun gaz fazasidagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi;

$$a = \frac{k}{2\rho r_0}; b = D_i + D_i^{Kn}; c = D_i^{Kn} \frac{k}{2\rho r_0}.$$

$\varphi = a_i/R$ ni kiritamiz, bu yerda a_i – okatish yuzasidan ichki nuqtasigacha bo'lgan masofa, bu yerda $c = c_p$. $\varphi > 1$ bo'lganda jarayon (15.1.) formula bilan $\varphi < 1$ jarayon (3.15.2.) formula bilan ifodalanadi.



3.15.1.-rasm. Metallashgan okatishlarni modelashtirish (to'liq liniya - eksperiment, shtrixli liniya - hisobot).



3.15.2 – rasm. Metallashgan temirning oksidlanish jarayoniga haroratning ta'siri (model bo'yicha hisob). 1 – 500 °C; 2 - 600 °C; 3 - 400 °C; 4 - 700 °C; 5 - 800 °C.

Kovaklar o'lehamining keng diapozonlarda o'zgarishini hisobga olib, kovaklarni uchta guruxga ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi: 1) $r_2 > r_1$, qachonki oksidlanish jarayoni kovaklarda gazning diffuziyasi bilan borsa; 2) $r_2 < r_1$, qachonki oksidlanish jarayoni faqat qattiq

fazadagi diffuziyalanish bilan borsa; 3) qachonki oksidlanish jarayoni ikkita diffuziyalanish mexanizmi bilan ham limitlansa $r_2 > r_1$.

Nazorat savollari:

- 1) Jarayonlarning matematik modeli?
- 2) Metallashgan materiallarning qayta oksidlanishiga asosan qanday omillar ta'sir qiladi.

3.18. Temir tarkibli boyitmalarni qayta ishlash texnologik jaryonlari tasnifi. Metallashgan temir olishda midrex, hill jarayonlarining tasnifi.

XX-asrning 50- yillaridan boslab temirni rudadan bevosita olish texnologiyani yaratishga asos solina boshlandi.

Qora metallurgiyaning bu yo'nalishida AQSH, Avstraliya, Meksika, Kanada, Rossiya, Koreya, Italiya, Xitoy va Yaponiya metallurgiya sanoati amaliyoti e'tiborga loyiq.

Xozirga qadar temir rudalaridan metallashgan okatish olishning 70 dan ortiq usullari ma'lum bo'lib, ulardan sanoat ahamiyatiga ega bo'lganlariga quyidagilar misol bo'ladi:

-qaynar qatlamli pechining ishlash prinsipiga o'xshash dastgohda kukun va g'ovak holdagi metallashgan maxsulot olish texnologiyasi;

-truba aylanmali va minorali pechlarda xomashyoni tiklab metallashgan okatishlar olish texnologiyasi-Midrex jarayoni (AQSH)

-maxsus pechlarda(aglomerasion mashinaga o'xshash) cho'yan granularini olish texnologiyasi-HYL jarayoni (Meksika)

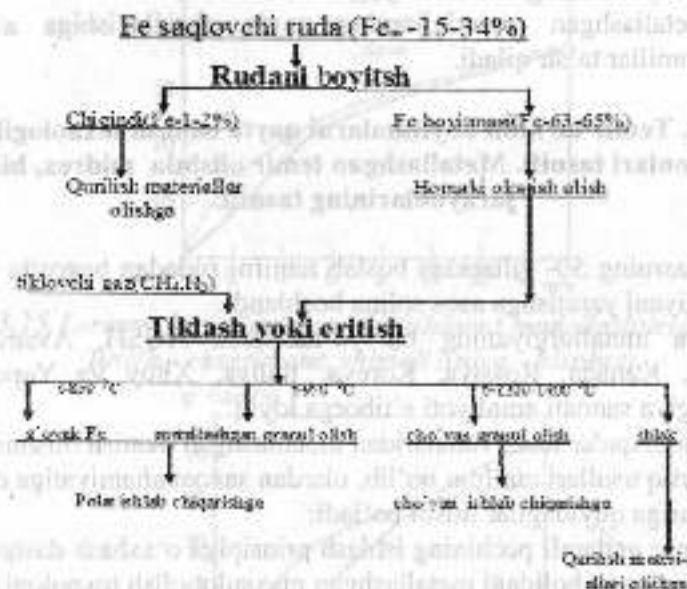
-ko'ptagli aylanuv pechlarda metallashgan granular olish texnologiyasi- Koke Steci jarayoni (Yaponiya);

-suyuq vannada okatishlarni tiklash texnologiyasi-CoRex jarayoni (Avstraliya).

70-yillardan boshlab temir boyitmalarida metallashgan okatish ishlab chiqarish texnologiyalari bir qator mamlakatlar (AQSH, Meksika, Kanada, va Yaponiya) metallurgiya sanoatlarida kichik hajmdagi uskunalarda sinovdan o'tkazila boshlandi.

XXI-asr boshlarida ushbu texnologiyalar qora metallar ishlab chiqarishda sanoat miqyosida qo'llanila boshlandi. Ulardan eng keng qo'llanilayotgani – Midrex va HYL texnologiyalaridir.

Temirni rudadan bevosita olishning prinsipial texnologiyasi



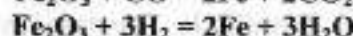
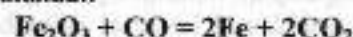
3.18.1 Midrex jarayoni

Midreks jarayoni – bu shaxtali pechlarda xosil bo'luvchi tabiiy gazning konversiya maxsulotlari bilan temirni tiklash, bunda tashqaridan xech qanday oksidlovchilar (kislorod, suv bug'i) ta'sir ettirilmaydi.

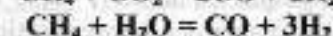
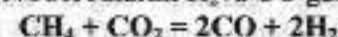
Jarayondan tabiiy gazni oksidlanishi(yonishi) hisobiga tiklovchi gazlar CO va H₂ hosil bo'ladi,



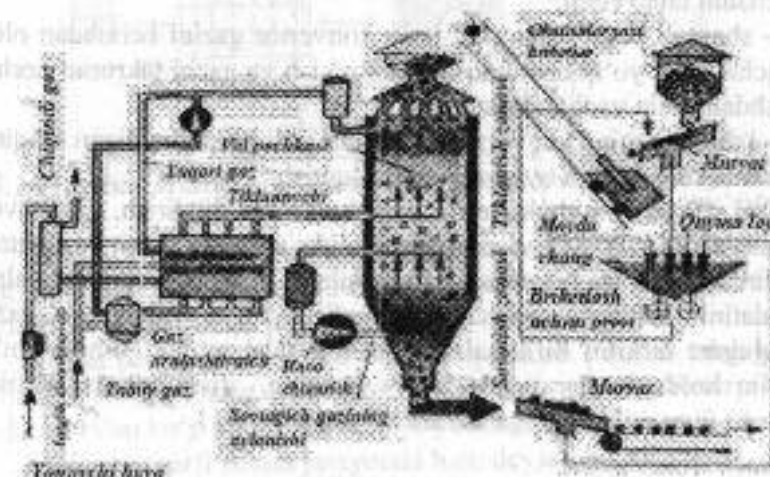
Shaxtali pechida temirning oksidini tiklash jarayonida quyidagi kimyo reaksiya ifodalanadi.



Keyin esa, pechning reformalarida hosil bo'ladigan CO₂ va H₂O gazlar tabiiy gaz uglevodorodlarini H₂ va CO gacha oksidlaydi.



Bu jarayon bitta sikl davomida ko'plab marta takrorlanadi.



Xil.I-III jarayoni-bunda tabiiy gazni suv bug'i ishtirokida konversiyasi, bunda tashqaridan beriladigan kislorod sifatida suv bug'lanishidan hosil bo'lgan kislorod beriladi,



Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlaridagi kabi Xil.-III jarayonida xam tabiiy gazning bug'li konversiyasidan keng foydalaniladi, reaksiya yuqori bosimda (P=0,55 MPa) o'tadi. Midrex jarayoniga(P=0,2MPa) nisbatan uch baravar ortiqchaligi bilan boradi. Parli konversiyadan foydalanishda ikkita jiddiy texnologik yechimni xal etishni talab etadi;

Xil.I-III jarayoni-bunda tabiiy gazni suv bug'i ishtirokida konversiyasi, bunda tashqaridan beriladigan kislorod sifatida suv bug'lanishidan hosil bo'lgan kislorod beriladi,



Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlaridagi kabi XiL-III jarayonida xam tabiiy gazning bug'li konversiyasidan keng foydalaniladi, reaksiya yuqori bosimda ($P=0,55 \text{ MPa}$) o'tadi, Midrex jarayoniga ($P=0,2 \text{ MPa}$) nisbatan uch baravar ortiqchaligi bilan boradi. Parli konversiyadan foydalanishda ikkita jiddiy texnologik yechimni xal etishni talab etadi;

- shaxtali pech reaktoriga issiq konvertor gazini berishdan oldin ortiqcha parni yo'qotish maqsadida sovitish va gazni takroran pechga berishdan oldin yana un' qizdirish.

- tabiiy gazning kor versiyalanishida ishtirok etmaydigan chiqindi gazlarni (kolosnikovoy gazlar) ni yo'qotish.

XiL-III jarayonida kovertor gazini takroran qizdirish, qizdiruvchi trubasiga $600-700^\circ\text{C}$ xarorat intervalida agressiv ta'sir ko'rsatadi. Qizdirilayotgan gaz trubasini himoyalash uchun va uning ishlash muddatini oshirish maqsadida qizdirilayotgan tiklovchi gazga oltingugurt tarkibli birikmalarni puflash talab etiladi. Shular bilan bog'liq holda bu jarayonda tabiiy gazning disulfurizatsiyalanishi Midreks jarayoniga qaraganda ancha yuqori.

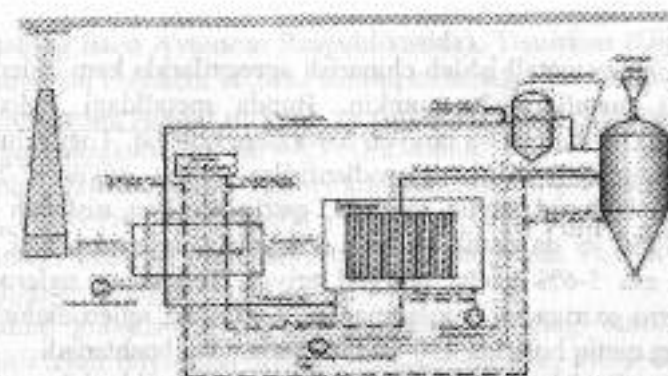
3.18.4. Midrex va HYLL-III jarayonlarining texnologik sxemasi

Midrex texnologiyasi jarayonida tiklanish zonasida 900°C haroratda va $0,2 \text{ MPa}$ gacha bosimda olib boriladi. Xomaki okatishning metallashganlik darajasi $92-94\%$ ni tashkil etadi. Midrex pechning sovutish bo'limidan $40 - 60^\circ\text{C}$ gacha sovutiladi va pechdan chiqariladi.

Sxemaga muvofiq shaxtali pechdan chiqib ketuvchi chiqindi gazlar (kolosnikovoy gaz) changdan tozalash va sovutish uchun skrubberga beriladi va ikkita oqimga bo'linadi:

- texnologik gaz - reformerda tabiiy gazni konversiyalash uchun foydalaniladi.

- yoqilg'i gazi, kam miqdorda tabiiy gaz bilan aralashtirilgandan so'ng reformer bosh gorelkasiga beriladi.



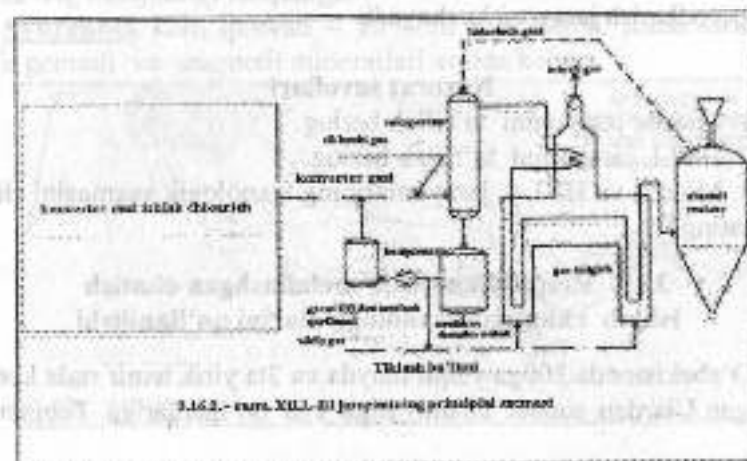
3.16.1. rasm Midreks jarayonining prinsipial texnologik sxemasi

XiLL-III jarayoni reaktorida parli konversiya qo'llanilishi bilan bog'liq holda reaktorda vodorod miqdori uglerod oksidining qaraganda 3.5 marta ko'proq bo'ladi.

Bu esa pechdagi haroratni yuqoriroq ushlab turishni talab etadi, (Midreks texnologiyasiga nisbatan $30-50^\circ\text{C}$), chunki temir asosan vodorod bilan ko'p miqdorda issiqlik yutilishi bilan tiklanadi.

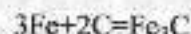
Tabiiy gaz sarfi ikkala jarayonda ham deyarli bir xil satxda.

XiLL-III jarayonida elektr energiyaga bo'lgan talab taxminan 2 marta kam, chunki bu jarayonda o'zining xususiy issiqlik energiyasidan elektrenergiya ishlab chiqarish imkoniyati mavjud.

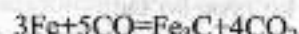


Domnasiz metall ishlab chiqarish agregatlarida kam uglerodli va uglerodli metall olish mumkin. Bunda metallidagi uglerodning miqdori tiklovchi turi va jarayon haroratiga bog'liq. Toza temir 1539 °C da qaynaydi. Uni uglerodlantirilsa uning qaynash harorati pasayadi. Uglerod suyuq temirda, qattiq temirga nishatan yaxshi eriydi. 1150 °S da qattiq temirda 2% gacha uglerod eriydi. Suyuq temirda esa 5-6% gacha uglerod eriydi. Temirning uglerodlanish mexanizmi oxirigacha aniqlanmagan. Temirning uglerodlanishi, hali temirning qattiq holatida 450-600 °C haroratdan boshlanadi.

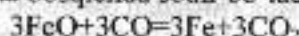
Uglerodlanishning kimyoviy reaksiyasini quyidagicha tasvirlash mumkin.



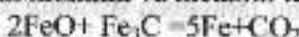
950°C dan yuqori haroratda temirning uglerodlanishida uglerod oksidi ishtirok etadi.



Oxirgi reaksiya ikkita bosqichda sodir bo'ladi.



Birgina harorat 900 °C dan yuqori bo'lganda temir karbidi vyustit bilan reaksiyaga kirishishi mumkin va metallik temir xosil bo'ladi.



Okatishlarni 1200 °C gacha va undan yuqori haroratlarda qizdiril-sa uglerodlanish jarayoni kuchayadi.

Nazorat savollari:

1. Midrex jarayonini ta'riflab bering.
2. HYLL jarayonini ta'riflab bering.
3. Midrex va HYL L jarayonlarining texnologik sxemasini chizib ko'rsating.

3.19. Respublikamizda metallashgan okatish ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llanilishi

O'zbekistonda 200ga yaqin mayda va 3ta yirik temir ruda konlari topilgan. Ulardan sanoat ahamiyatiga ega bo'lganlariga Tebinbuloq

(Qoraqalpog'iston Avtonom Respublikasida), Temirkon (Dijax vil.) va Uchquloqch (Toshkent vil., Bo'stonliq tumanida) konlaridir.

Konlarning sanoat quvvati va rudadagi asosiy komponentlar

Tebinbuloq koni quvvati - 4,5 mlrd. tonna.

Ruda titan-magnetitli. Asosiy komponentlarning o'rtacha miqdori: $\text{Fe}_{\text{umum}} - 16.2\%$, $\text{TiO}_2 - 2.0\%$ i $\text{V}_2\text{O}_5 - 0.15\%$.

Bundan tashqari ruda tarkibida kam miqdorda Pt, Au va Ag mavjudligi aniqlangan.

Rudani gravitatsion boyitish natijasida quyidagi tarkibli titan-magnetitli temir boyitmasi olingan: $\text{Fe}_{\text{umum}} - 63.8\%$, $\text{TiO}_2 - 7.6.0\%$ i $\text{V}_2\text{O}_5 - 0.6\%$.

Temirkon koni quvvati -150 mil. tonna. Ruda aralash, ya'ni oksidli va sulfidli bo'lib, unda asosiy komponentlarning o'rtacha miqdori: $\text{Fe}_{\text{umum}} - 34.14\%$, shu jumladan $\text{Fe}_2\text{O}_4 - 0.3 \div 17.8\%$, $\text{S}_{\text{sulfid}} - 0.6 \div 6.7\%$ i $\text{P}_2\text{O}_5 - 0.08 \div 0.3\%$.

Rudani boyitish natijasida tarkibida 33,25 - 40,01% Fe_{umum} bo'lgan temir boyitmasi olindi, shu jumladan:

- elektromagnit separatsiya okatish (qumoq), gravitatsiya boyitmasi $\text{Fe}_{\text{umum}} - 58,5 \div 65,1\%$;

- flotoboyitma $\text{Fe}_{\text{umum}} - 46,75 \div 51,48\%$ bo'lib, tarkibida quyidagi minerallar mavjud Fe_2O_3 - gematit, Fe_3O_4 - magnetit, FeS_2 - pirit, CuFeS_2 - xalkopirit, P_2O_5 - fosforit. Undan tashqari boyitma tarkibida Au va Ag mavjudligi aniqlangan.

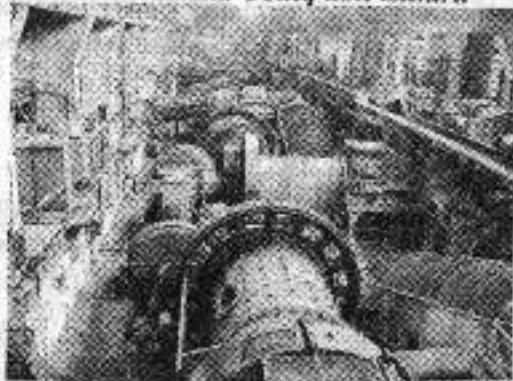
Svurenova koni quvvati - 15 - 20 mil. tonna. Ruda tarkibida temir gematit va magnetit minerallari xolida kelgan.



3.17.1 –rasm. O'zbekiston Respublikasida joylashgan temir konlarining joylashish xaritasi



3.17.2.-Rasm. Ochiq kon ishlari.



3.17.3.-rasm. Boyitish fabrikasida qayta ishlash.

Umumiy savollar.

1. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?

2. Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanishi?

3. Gazning tashqi diffuziyasi?

4. Fe-C qotishmasida grafitga nisbatan uglerodning aktivligi qanday aniqlangan?

5. Qotishmada C ning konsentratsiyalari qaysi qonunda sezilarli darajada og'ishini ko'rish mumkin?

6. Adsorbsiya nima?

7. Qattiq fazadagi jarayonlarga misollar keltiring.

8. Fazalar chegarasida qanday reaksiyalar oqib o'tadi?

9. Metall kurtaklari nima hisobiga xosil bo'ladi?

10. Tiklanish jarayonida bosim orttirilsa jarayon tezligi qanday o'zgaradi?

11. Haroratning ta'sirini aytib bering?

12. Tiklovchi gaz bosimi va konsentratsiyasi orttirilsa nima bo'ladi?

13. Granullangan cho'yaning sanoatdagi ahamiyatini gapirib bering?

14. Granulalangan cho'yan sifatiga ta'sir qiluvchi omillar?

15. Uglerod bilan to'yingan Fe eritmasidagi Mn ning miqdori qaysi formula orqali topiladi?

16. Uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganetsning aktivlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

17. Suyuq Fe uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi qaysi tenglamada ifodalanadi?

18. Metallni nima uchun uglerodlantirish zarur?

19. Uglerodning metal xossalari ta'siri qanday?

20. Cho'yan va po'latda uglerodning foiz ulushlari qanday?

21. Nordonsiz deganda nimani tushunasiz?

22. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyalari qanday aniqlanadi?

23. Nordonsizlantirish deganda nimani tushunasiz?

24. Metallurgiyada qanday yoqilg'ilar qo'llanadi?

25. Yonish qaysi reaksiyalar orqali amalga oshiriladi?

26. Koksning yonish mahsulotlari tarkibi qanaqa?

27. Issiqlik almashuvining qanday turlarini bilasiz?

28. Qavatlarida issiqlik almashuvining qaysi turi kuzatiladi?
29. Metallashgan materiallar olishda xomashyo bo'lib qanday materiallar xizmat qiladi?
30. Metallashgan materiallar olishda xomashyolar qanday tayyorlanadi?
31. Okatishlarning kovakligining oshishiga ta'sir qiluvchi omillar qanday?
32. Xill jarayoni va Midrex jarayonlarining farqli jixatlari nima-da?
33. Tabiiy gaz konversiyasi deganda nimani tushunasiz?
34. Xill jarayoni va Midrex jarayonlarning sarf harajat ko'rsatgichlarini sanab bering?
35. Temirli qotishmalardagi temir qanday aniqlanadi?
36. Ishni bajarish tartibi qanday olib boriladi?
37. Ishni olib borishda temir qanday erituvchida eritiladi?
38. Qattiq fazali reaksiyalar deganda qanday reaksiyalar tushuniladi.
39. Qattiq fazali reaksiyalarning borish mexanizmlari.
40. Qattiq fazali reaksiyalarning temirni rudadan bevosita olish jarayonlaridagi ahamiyati.

IV-BOB. PO'LAT ISHLAB CHIQARISH

4.1. Po'lat ishlab chiqarish uchun shixta materiallari.

4.1.1 Qayta ishlangan cho'yan

Shixtaning metall qismini asosan qayta ishlangan cho'yan, temir-po'lat temir-tersagi va temir qotishmalari tashkil qiladi.

Marten, kislorod-konverter, ikki vannali po'lat quyish agregatlarida po'lat eritishda kimyoviy tarkibi GOST 805-80 talabiga javob beradigan cho'yan ishlatiladi. Quyidagi jadvalda GOST 805-80 bo'yicha kimyoviy tarkib keltirilgan.

Cho'yan markasi	Si	Mn %			
		Cho'yan guruhi			
		I	II	III	IV
111	0,5-0,9	0,5 gacha	0,51-1,0	1,01-1,5	-
112	0,5 gacha	0,5 gacha	0,51-1,0	1,01-1,5	-

Cho'yan markasi	R, % dan past			S, % dan past				
	Cho'yan sinfi			Cho'yan toifasi				
	A	B	V	I	II	III	IV	V
111	0,1	0,2	0,3	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
112	0,1	0,2	0,3	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

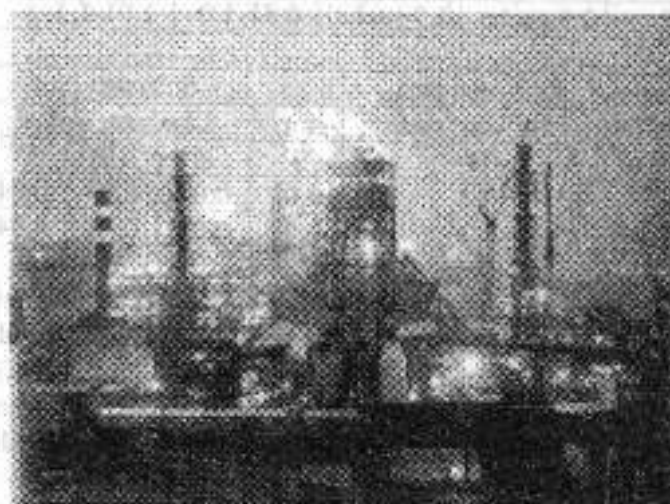
Cho'yan markirovkasida uning kimyoviy tarkibi shifrlangan. Masalan, "Cho'yan 112 I guruh, B sinfi, II toifasi" metallida $\leq 0,5\%$ Si; $\leq 0,5\%$ Mn; $0,2\%$ P, $0,2\%$ S borligini bildiradi. Guruhdagi uglerodning tarkibi Si, Mn, R va boshqa aralashmalarning konsentratsiyasiga bog'liq va u GOST bilan belgilanmaydi. Odatda qayta quyilgan po'latda $4,0 - 4,3\%$ gacha uglerod bo'ladi.

Ishlab bo'lingan cho'yandagi kremniy marten jarayoni uchun zararli element hisoblanadi. Chunki u oksidlanganda kislotali oksid SiO_2 hosil qiladi. SiO_2 ni asosiy jarayonda obaktoshni ko'p miqdorda sarflanishi neytrallashni talab qiladi. Bunda eritish agregatidagi shlakning miqdori oshadi. Har 100 tonna cho'yanga $0,1\%$ oksidlangan kremniy va shlaklanishda asosiy marten pechida 1,3 tonna shlak

hosil bo'ladi. Tarkibida <0,5% kremniy bo'lgan cho'yan kimyoviy sovuq, >0,8% kremniy kimyoviy issiq hisoblanadi. Ishlab bo'lingan cho'yanda marganets (0,15-0,4%) po'latni marten pechida ishlab chiqarishni cheklab qo'yadi.

Bundan tashqari tarkibida marganets bo'lgan ma'danlarni asosan marganets kam bo'lgan cho'yan (0,2-0,4% marganets) eritishda ishlatiladi.

Cho'yan tarkibidagi fosfor 0,1 dan 0,3% gacha bo'lishi mumkin. Ushbu ko'rsatilgan oraliqdagi fosfor po'lat quyishda osonlik bilan chiqarib tashlash mumkin. Cho'yan tarkibidagi fosforning ko'payishi qo'shimcha ohaktosh ishlatishni talab qiladi va buning natijasida agregatlarning ishlab chiqarish unumdorligi kamayadi. Natijada jarayon iqtisodiy jihatdan zarar ko'radi. Fosforli cho'yan tarkibida 1,0-2,2% gacha (marten, konverterda ishlangan) fosfor bo'lishi mumkin.



Cho'yandagi oltingugurt ishlab chiqarish korxonalari standartlariga (ICHKS) mos kelishi kerak. Oltingugurtning ko'pligi eritish vaqtining uzayishiga olib keladi. Tarkibida kam miqdorda oltingugurt bo'lgan cho'yandan po'lat quyish iqtisodiy jihatdan qoplanmaydi.

Ba'zi zavodlarning cho'yanlari tarkibidagi Cu, Ni, As lar po'lat quyish jarayonida metallardan ajralib chiqmaydi. Bunday cho'yanlar tabiiy minerallashgan cho'yan deyiladi. Bunday cho'yanlarni po'lat quyish agregatlarida qayta ishlashda tayyor metallarda ushbu elementlarning saqlanib qolish maqsadga muvofiqdir.

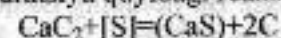
S va P ni. ba'zida chiqarib tashlash uchun cho'yanni domnadan tashqari tayyorlash kerak bo'ladi.

Si ni yo'qotish uchun qattiq yoki gazsimon oksidlovchilarni qo'shish bilan amalga oshiriladi. Birinchi holatda Kovshga domna pechidan cho'yanni chiqarish vaqtida cho'yan massasining 3-4 % miqdorida yanchilgan ruda yoki okalina qo'shiladi. Bunda kremniyning tarkibi 50-60 % gacha, Cho'yaning harorati esa 30-60 °S gacha kamayadi. Ikkinchi holatda esa mikser yordamida kislorod purkaladi. 50-60 % Si va 25-50 % gacha Mn yo'qotiladi. Cho'yaning harorati 80-100 °C gacha ko'tariladi.

Cho'yanni desulfuratsiya sifatida S ga o'ta yaqin bo'lgan moddalar qo'llaniladi. Keng tarqalgan desulfurat – bu natriy karbonat (soda)dir. Soda bilan desulfuratsiya jarayoni cho'yandagi uglerod ishtirokida sodir bo'ladi. Termodinamik jihatdan Na_2O bilan chuqurroq desulfuratsiya bo'lishi mumkin. Ammo natriy oksidi mustahkam bo'lmaganligi uchun 1300 °C da S ni yo'qotish 40-60 % dan oshmaydi.

Cho'yan desulfuratsiyasi uchun kukunsimon ohak kalsiy karbid CaC_2 va magniy metali qo'llaniladi. Ohak yuqori sifatli bo'lishi kerak. Kuydirilganda yo'qotilish 7 % dan oshmasligi kerak. 0,15 mm gacha maydalangan tarkibida 90-95 % fraksiyasi bo'lgan kukunsimon ohak metalga siqilgan havoning sarfi 1 kg ohakga 0,005 m³ ni tashkil qiladi. Desulfuratsiya darajasi bu holatda 40-45 % ni, azot purkalganda esa 65 % ni tashkil qiladi.

Havo kislorodi oksidlovchi muhit hosil qilgan holda desulfuratsiya effektini kamaytiradi. Kalsiy karbid juda ham yaxshi desulfuratordir. Desulfuratsiya quyidagi reaksiya orqali oqib o'tadi.



Kalsiy karbid reaksiya zonasiga uglerodni kiritadi. Bu desulfuratsiya jarayonini chuqurlashishiga va tiklanish atmosferasi (muhit)ni yaratishga imkon beradi. Kalsiy karbidni purkash uchun faqatgina neytral oksidsiz gazlar ishlatiladi, masalan azot. Ishlab

chiqarishda chushka, granula yoki inert material (koks, dolomit), shlaklidagi magniy bilan desulfuratsiya usuli qo'llaniladi. Ushbu holatda temirda erimaydigan mustahkam magniy sulfid MgS hosil bo'ladi.

Po'lat temir tersagi

Po'lat quyish ishlab chiqarish uchun po'lat va oz miqdorda cho'yan temir tersaklarni ishlatiladi.

Aylanma temir tersak -metallurgik ishlab chiqarishning prokat va ishlov berish, hamda eritish jarayonida hosil bo'luvchi chiqindilari-dir.

Korxonalarda aylanma temir tersak miqdori yaroqli quymalar massasining 10 dan 35 % oralig'ida o'zgarib turadi.

Chetdan keladigan temir tersak ham xo'jaligi (ishlab chiqarish, transport, qishloq xo'jaligi) va maishiy texnikaning amortizatsion temir tersagidan hosil bo'ladi. Cho'yan temir tersagi - donna va cho'yan quyuvchi sex chiqindilari, hamda yaroqsiz holga kelgan almashtiriluvchi jihozdan iboratdir.

Bo'laklar o'lchami va ularning uyumdagi massasi metall temir tersagi zichligi bo'yicha katta nishiy yuzaga ega bo'lgan yengil massali va og'ir massali temir tersakga bo'linadi.

Eritish jarayoniga ta'siri bo'yicha metallomdagi ugleroddan boshqa barcha elementlar shartli ravishda to'rtta guruhga bo'linadi. 1-guruhga tez oksidlanuvchi va birinchi bo'lib shlakga o'tuvchi Si, Ti, Zr, B, V kiradi. 2-guruhga metallardan to'liq chiqib ketmaydigan elementlar P, S, Cr kiradi. 3-guruhga esa metallardan mutlaqo chiqib ketmaydigan Cu, Ni, Sb, Mo kiradi. 4-guruhni parlanish harorati po'lat quyish jarayoni haroratidan past bo'lgan va shuning uchun par ko'rinishida chiqib ketadigan elementlar Zn, Cd, Bi kiradi. Keyinchalik bu guruhdagi elementlar regenerater nasadkalari trubalarda cho'kib qoladi. Bu pechning issiqlik ishini qiyinlashtiradi. Asosiy o'rinni qo'rg'oshin egallaydi.

Qo'rg'oshin erish harorati past va yuqori zichlikka ega. Pech tubida to'planib uni sekin-asta yemira boshlaydi.

Kimyoviy tarkibi, miqdori va tashqi o'lchamiga binoan temir-tersak 2 turga bo'linadi: po'lat va cho'yan, 2 ta kategoriyaga: A -

uglerodli, B- legirlangan, 67 ta guruh - legirlovchi elementlarning tarkibiga ko'ra va 28 tur - sifat ko'rsatgichi bo'yicha.

Po'lat quyish agregatiga yuklashdan oldin temir-tersak odatda maxsus ikkilamchi chora metall zavodlarida tayyorgarlikdan o'tadi. Temir-tersak rangli metall bo'laklari portlovchi predmetlar, hamda suv bilan to'ldirilgan predmetlardan tozalanadi. Olovli keskich, press-qaychi, tegirmon yordamida temir-tersak birlamchi maydalanadi. Maydalangan temir-tersak rangli metall va plastmassalardan tozalash uchun magnit seperatordan o'tqaziladi. So'ngra mexanik yoki gidravlik presslarda paketlanadi.

Ferroqotishmalar

Kerakli kimyoviy tarkibli metall olish va kerakli xususiyatni ta'minlash maqsadida po'latni O_2 sizlantirish va legirlash uchun vanna, kovsh yoki qolipga turli metallar (odatda temirli qotishma ko'rinishidagi ferroqotishma) kiritiladi. Ferroqotishmalar maxsus elektro'choq. ferroqotishmalar o'choqi yoki o'choqdan tashqarida metallotermik jarayonlarda quyiladi. Ular legirlovchi elementlar bilan boyitilgan bo'lishi kerak. Ortiqcha miqdorda S va qo'shimcha elementlar, po'lat uchun kerakmas bo'lgan (S, P, As, Pb va boshqalar) elementlar bo'lmasligi kerak. Ferroqotishmalar bo'laklari tegishli o'lchamga va zichlikka ega bo'lishi kerak. Kovsh yoki vannaga kiritilganda shlak qavatidan tez o'tib va metall bilan o'zaro ta'sirlanishi uchun. Ferroqotishmalar markirovkalari ularning turi va undagi asosiy element, ba'zida S ning tarkibini bildiradi. Quyidagi ferrosplavlar keng tarqalgan:

Ferromarganets - temir va marganets qotishmasi. Marganets - eng keng tarqalgan legirlovchi element. Ferromarganets bilan po'lat oksidsizlantiriladi va kovshda ham, pechda ham legirlaydi. Ferromarganets bo'laklari 100 mm gacha bo'ladi.

Ferrosilitiy - Fe ni Si bilan qotishmasi. Marten pechlarida metallni oksidsizlantirishda qo'llaniladi.

Silikomarganets - kompleks O_2 sizlantiruvchi. Kovshdagi tinch po'latni legirlash va O_2 sizlantirish uchun.

Ferrotitan – kislorodsizlantirish, legirlash va po'latni modifikatsiyalash uchun qo'llaniladi.

Ferroxrom, ferrovanadiy, ferromolibden, ferrovolfram, ferroniobiy, ferrobor faqatgina po'latni legirlash uchun ishlatiladi. Ushbu qotishmalarning sifat ko'rsatkichlari ularning tarkibidagi legirlovchi element va qo'shimchalarga bog'liqdir.

Ferfosfor – avtomat po'lat quyishda ishlatiladi va kovshiga beriladi. Uning tarkibi, %: R-14-18, Si 2,2 gacha, Mn-6, C-1,2.

Metall kislorodsizlantiruvchilardan Al, Cu, Ni ishlatiladi. Ni legirlovchi qo'shimcha sifatida ham ishlatiladi. Ishlanayotgan metall yuzasini yaxshilash maqsadida qolipga diametri 0,5-1,0 mm bo'lgan qo'rg'oshin qirqimlari qo'shiladi.

Kompleks kisloroddan tozalovchilar bilan kisloroddan tozalaganda ko'p miqdordagi qo'shimchalar bilan birga ko'p komponentli birikmalar hosil bo'ladi. Bu birikmalar po'latdan tez va oson chiqib ketadi.

4.1.2. Metallmas shixta materiallari. Qattiq oksidlovchilar.

Qattiq oksidlovchilar – bu tabiiy materiallar bo'lib, tarkibidagi kislorod temir oksidi ko'rinishida bo'ladi. Bu oksidlarning kislorodi po'lat quyish jarayoni haroratida metallik shixta qo'shimchalarini oksidlashga sarflanadi. Masalan: S, Si, Mn va hakazo. Tiklangan temir metall vannasiga o'tadi. Qattiq oksidlovchi sifatida temir rudasi, aglomerat, qumoqlar, temir kuyindisi.

Temir rudasi – Marten jarayonidagi eritishga va toblashda beriladi; konverter jarayonida qo'shimcha oksidlovchi, shlak hosil bo'lish jarayonini tezlatish uchun sovutuvchi sifatida qo'llaniladi. Temir rudasi quyidagi talablarga javob berishi kerak: temir oksidlarining ko'p miqdorda bo'lishi va oz miqdorda bo'sh mineralar va zararli qo'shimchalar (6-8% SiO₂, 0,2-0,3 % P, 0,05 % S) bo'lishi kerak. Bo'laklar o'lchami 40-150 mm (mayda bo'laklar minimal miqdorda va chang umuman bo'lmasligi kerak).

Rudaning mayda bo'laklari va chang pechga yuklanayotgan vaqtda qisman gazlar bilan birgalikda chiqib ketadi, mayda bo'lak-

larning bir qismi esa shlakda qolib ketadi. Namlik 5 % dan yuqori bo'lmasligi kerak.

Boy temirga 21-sinf rudasi kamdan-kam uchraydi. MDX da temir rudalari zaxiralari Uralda, Krivoyrog basseynida, Shimoliy Sibirda joylashgan. Bu rudalar zaxiralarning cheklanganligi tufayli po'lat quyish ishlab chiqarishda tarkibida kremnezem va mayda bo'laklar ko'p bo'lgan 22-sinf rudasi ishlatiladi.

Temir kuyindilar – temir kuyindisining asosiy qismi Fe₂O₃ dan iborat. Kuyindining kimyoviy tarkibi quyidagicha, % Fe₂O₃-96 %; SiO₂ -1,0-1,25; Mn-1,0; R-0,04; S-0,02. Shlakda eriydigan kuyindi shlakda temir oksidlarini tarkibini va uning oksidlovchi xususiyatini oshiradi, ohakning erishini tezlashtiradi. Kuyindining oksidlovchi effekti ruda bo'lagiga qaraganda kam, chunki uning mayda bo'lakchalari shlakda eriydi.

Aglomerat – 21 va 2 sinfdagi ruda tanqisligi tufayli qattiq oksidlovchi sifatida ishlatiladi. Aglomerat mayda ruda yoki temir ruda boyitmasini aglofabrikadagi konveyer mashinalarida ko'machlash orqali olinadi. Aglomeratning xususiyatlariga quyidagilar kiradi: namlikning yo'qligi va temir rudasining erish harorati (1430-1520 °S) ga nisbatan erish harorati (1205 °S) ning pastligi. Buning oqibatida shlak hosil bo'lish tezlashadi. Aglomeratning kamchiliklari oksidlovchi potensialining pastligi va kam mustahkamligidir. Aglomeratni eritish davridagi sarfi 2800-3300 kg/m³, ruda esa 4700-4900 kg/m³ ni tashkil qiladi. Aglomeratning taxminiy kimyoviy tarkibi quyidagicha, %: Fe₂O₃ 62-69, FeO 10-19, SiO₂ 6,6-7,6, CaO 3,8 -9,7, P 0,034-0,15, S 0,035-0,047. Qumoq (okatish) lar rudadan keyingi effekti yuqori bo'lgan oksidlovchi. U mayda yanchilgan temir ruda boyitmalarini maxsus uskuna-granulatorlarda qumoqlash natijasida hosil bo'ladi. Ularning yirikligi 10-17 mm ga teng.

Shlak hosil qiluvchilar

Shlak hosil qiluvchilar – bu metallmas materiallardir. Ular shlakni hosil bo'lish va uning kimyoviy tarkibini tartibga soluvchi: ohaktosh, ohak, asosli agregatlarda nordon oksidlarni neytrallovchilar, oksidli agregatlarda - kvartsitlardir.

Oxaktosh- tarkibida 98% gacha CaCO_3 bo'lgan mineral. Zararli qo'shimchalari S va SiO_2 . Ohaktoshda S 0,05-0,08 % gacha cheklangan, $\text{SiO}_2 \leq 1,0\%$, Mg 1-2 %. Ohaktosh 40-190 mm li bo'laklarda ishlatiladi. Ohak oxaktoshni shaxtali pechlarda kuydirganda hosil bo'ladi. Ohaktoshni kuydirishda odatda yoqilg'i sifatida koksdan foydalaniladi. Boshqa holatlarda gazsimon yoqilg'ilar ishlatiladi. Eng yaxshi natijalar ohaktoshni 1200-1300 °C haroratda kuydirilganda olinadi. Yuqori haroratlarda ohak past reaksiya xususiyatga ega bo'ladi, u shlakda sekin eriydi. Me'yorida kuydirilgan ohakning tarkibi quyidagicha bo'ladi, %: CaO 92-97,8; SiO_2 0,36-1,5; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 0,33-0,64; SO_2 0,91-2,59; bo'laklar o'lchami 40-50 mm, so'ndirilish vaqtidagi reaksiya xususiyati 5-10 min, g'ovaklik darajasining yig'indisi 41-42 %, atom massasi 1,6-1,8 g/sm³ ga teng.

Po'lat ishlab chiqarishda faqatgina yangi kuydirilgan ohak ishlatiladi. Ohak saqlanganda zudlik bilan namlikni o'ziga tortib kalsiy gidroksid Ca(OH)_2 hosil qiladi. Bunday birikma tez kukunga aylanib ketadi. Bunday ohakni ishlatish mumkin emas, chunki uning ko'p miqdori pechning ishchi hajmidan chiqib ketadi va vaqtdan oldin regeneratrlar nasadkalari tiqilib qoladi. Bundan tashqari, ohak bilan pechga kirgan namlik po'lat quyish jarayonidagi issiqlik natijasida O_2 va H_2 ga parchalanib ketadi. Bu holatda po'lat bilan to'yinadi.

Metallurgik ohak. Marten va elektrda po'lat quyish jarayonida qo'llaniladigan metallurgik ohak quyidagi kimyoviy tarkibga ega, %: $\text{CaO} + \text{MgO}$ 91; SiO_2 2; $\text{MgO} \leq 8$; $\text{S} \leq 0,09$; R_2O_3 2,8; $\text{P} \leq 0,1$; qizdirilgan davridagi yo'qotish (q.d.y.) $\leq 5\%$. Bo'laklar o'lchami 20-60 mm bo'lishi kerak.

Flyuslar

Eritish jarayoni haroratini va shlaklarning qovushqoqligini kamaytiruvchi materiallar- flyusdir.

Flyuslarga boksit, plavik shpati, shamot siniqlari kiradi.

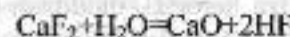
Boksit - tarkibida asosan glinozem, kremnezem va temir oksidlari bo'lgan mineraldir. Boksitning suyultiruvchi xususiyati shlakdagi

CaO va boksitdagi Al_2O_3 orasida tez eriydigan birikmalar hosil qilishi bilan bog'liqdir.

Boksit - 6 markali rudaning kimyoviy tarkibi quyidagicha, %: $\leq 37\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 \leq 2,1$; $\text{S} \leq 0,2$; $\text{P} \leq 0,6$; boksitdagi boshqa qo'shimchalarning tarkibi (loy, ohaktosh, tuproq va boshqalar) 1 % dan oshmasligi kerak. Boksitning eng katta kamchiligi undagi yuqori (7-22%) namlikdir. Shuning uchun eritish vannasiga solishdan oldin uni yaxshilab quritish kerak. Nam boksit po'lat eritishda vodorod manbaidir.

Plavik shpati (flyurit) - tarkibida 20-97% CaF_2 bo'lgan mineraldir. Flyuritning tarkibida SiO_2 -5,9 %, S, $\text{P} \leq 0,3\%$ bor.

Plavik shpati tabiatda kam uchraydigan (defitsit, tanqis) material bo'lib, uni qo'llanilishi chegaralangan. Plavik shpati-shlakni yaxshi suyultiradi, asosan yuqori sifatli po'latlarni elektrda po'lat olish va konvertorda po'lat ishlab chiqarishda ishlatiladi. Plavik shpati suyultirish xususiyatlarining o'ziga xosligi - uning qisqa vaqt ichida suyultirishdadir, suv bug'lari ta'sirida quyidagi reaksiya orqali parchalanadi:



Shamot siniqlari - tarkibida 35-40 % gacha Al_2O_3 bor, qolgani SiO_2 . Uning suyultirish xususiyati boksitga juda ham o'xshash. Shamot siniqlarining kamchiliklaridan biri tarkibida SiO_2 ning ko'pligi. Bu shlakning asosligini kamaytiradi. Afzalligi esa - arzonligidir. Chunki bu ishlab chiqarish chiqindilaridan hosil bo'ladi. Shamot siniqlari marten va elektrda po'lat eritishda flyus sifatida ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Qayta ishlangan cho'yan haqida qanday tushunchaga egasiz.
2. Po'lat temir tersagi haqida ma'lumot bering.
3. Ferroqotishmalar.
4. Metallmas shixta materiallari. Qattiq oksidlovchilar.
5. Shlak hosil qiluvchilar.

4.2. Po'lat quyish jarayonlarining termodinamikasi.

Reja:

1. Shlaklarning fizik-kimyoviy xususiyatlari
2. Po'lat quyishda hosil bo'lgan asosli va nordonshlaklar va ularning xarakterli xususiyati.

Kimyoviy termodinamikaning asosiy tushunchalaridan biri-termodinamik sistema tushunchasidir. Sistema-bu haqiqatdan yoki hayolan tashqi muhitdan ajratilgan modda yoki moddalar guruhidir. Quyidagi sistemalar farqlanadi:

- izolyasiyalangan (tashqi muhitdan ajratilgan) – sistema modda bilan xam, energiya bilan xam tashqi muhit bilan almashilmaydi;
- yopiq – sistema tashqi muhit bilan faqat energiya almashadi, ammo modda almashmaydi;
- ochiq – sistema tashqi muhit bilan modda va energiya almashadi.

Sistema o'ziga xos fizik-kimyoviy xususiyati bilan xarakterlanadi: bosim, energiya harorati, moddaning mol miqdori. Sistemani xarakterlovchi bu xususiyatlar sistema **parametrlari** deyiladi va pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi kursida mukammal ko'rib chiqilgan.

Sitemaning xolati yana fazalar soni va komponentlari (gomogen va geterogen sistemalar) bilan ham xarakterlanadi.

Agar termodinamik parametrlar vaqt o'tishi bilan o'z-o'zidan o'zgarmasa va xar bir faza chegarasida bir xil qiymatga ega bo'lsa, bu xolat muvozanat hisoblanadi.

Kimyoviy reaksiyalar issiqlik chiqishi yoki yutilishi bilan boradi. Issiqlik ajralib chiqadigan reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar, issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar esa endotermik reaksiyalar deyiladi. Belgilangan sharoitlarda boradigan fizik-kimyoviy jarayonlarning issiqlik effekti jarayonning borishiga bog'liq emas, faqatgina sistemaning boshlang'ich va yakuniy xolatiga bog'liq. Bosim yoki hajm jarayonning boshidan oxirigacha o'zgarmasa bo'lib qoladi (Gess qonuni).

Demak, uglerodning kislorodda yonishi natijasida to'g'ridan to'g'ri uglerod dioksidi SO_2 olish mumkin yoki avvalo uglerod

monooksidi SO olib, so'ng uni yondirib uglerod dioksidi SO_2 olish mumkin bo'ladi.

Birinchi usul: $S + O_2 = SO_2$;	$\Delta N_{298}^0 = -393120 \text{ kDj/mol}$
Ikkinchi usul: $S + 1/2O_2 = SO$;	$\Delta N_{298}^0 = -110435 \text{ kDj/mol}$
$S + O_2 = SO_2$;	$\Delta N_{298}^0 = -282685 \text{ kDj/mol}$
Jami	-393120 kDj/mol

4.2.1. Po'lat quyishda hosil bo'ladigan shlaklarning asosiy xususiyatlari va komponentlari.

Po'lat quyish jarayonida shlak muhim ahamiyatga ega. To'g'ri tanlangan shlak rejimi po'lat quyish agregatlarining yuqori ishlab chiqarish unumdorligini va kerakli miqdorda po'lat olishni ta'minlaydi.

Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning asosiy komponentlari metallik shixtaning elementlarini oksidlanishidan hosil bo'lgan SiO_2 , Mn , Cr , Fe , P va boshqalar, hamda po'lat quyish agregatlariga ohak, ohaktosh, temir rudasi, aglomerat, boksit, magniy va xrom oksidlari bilan birgalikda kelib tushadigan Ca , Si , Fe , Al oksidlari; issiqqa chidamli qoplamalarning yemirilish natijasida va asosli po'lat quyish agregatlarning tubining erishi, hamda nordon pechlardagi kremnezemlardir. Bu birikmalar o'zaro ta'sirlanib silikatlar, alyumosilikatlar, shpinellar, fosfatlar hosil qiladi. Shlakda metall sulfidlari ham mavjud. Silikatlar va alyumosilikatlar minerallarning umumiy yig'indisining 70%, shpinellar -15%, ozod oksidlar va turli minerallar -15% ni tashkil qiladi.

Shlaklarning tarkibida eritish davrida katta o'zgarishlar sodir bo'ladi. Asosli marten pechlarida po'lat eritish vaqtida eritish davrining boshlanishida shlakda Si , Mn , Fe larning yuqori konsentratsiyasi kuzatiladi. Eritish davrining oxiriga kelib kalsiy oksidining konsentratsiyasi ortib ketadi.

Pechga temir rudasi va ohak kiritilgandan keyingi eritishni me'yoriga etkazish davrida shlakning tarkibi sezilarli darajada o'zgaradi. Pechning tubi va yonbog'ining yemirilishi natijasida magniy oksidining konsentratsiyasi ko'tariladi.

Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning asosiligi uning muhim texnologik xarakteristikasi hisoblanadi. Uni $(\text{CaO}/\text{SiO}_2)$ nisbat yoki $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ nisbati orqali aniqlanadi. Keyingi nisbat orqali tarkibida ko'p miqdorda (1,4-1,6%) fosfor bo'lgan cho'yan va yuqori miqdorda (1,4-1,6%) P_2O_5 bo'lgan shlak aniqlanadi.

Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning asosiy oksidlari bu CaO , SiO_2 va FeO lardir. Ularning birinchisi asosli shlaklarning xususiyatlarini aniqlaydi, ikkinchisi- nordon, uchinchisi-shlaklarning oksidlovchi xususiyatini belgilaydi. Nordon shlaklarda 55-60% gacha SiO_2 asoslilik birdan kam. Asosli shlaklarda SiO_2 15-30% gacha, SaO 45-50% gacha, asoslilik $(\text{CaO}/\text{SiO}_2)$ -2,0-3,5 % gacha bo'ladi.

Shlaklar quyidagi muhim funksiyalarni bajarishi kerak:

- Po'lat quyish pechlarida kimyoviy reaksiyasining yo'nalishini boshqarishi kerak;
- Metall vannasining kerakli bo'lgan issiqlik uzatish tezligi va kislorod bilan to'yinishini ta'minlashi kerak;
- Zararli qo'shimchalar bo'lgan S va P ni yo'qotish uchun qulay sharoitlar yaratish kerak;
- Metall vannasi orqali ko'p miqdorda zararli gazlarni (vodorod azot) yutilishiga yo'l qo'ymaslik kerak;
- Metall vannasidan metallmas qo'shimchalarni yutishi; metall vannasidagi temir va qimmatli qo'shimchalarni kimyoviy birikma ko'rinishida (oksid ko'rinishida) ko'p miqdorda yo'qotilishini oldini olish.

Bunday funksiyalarni p.q.x.b. shlaklar quyidagi sharoitlarda bajarishi mumkin:

- Nursimon energiyani yutuvchi xususiyatini xarakterlovchi qoralik darajasi;
- Metall vannasini qizish tezligini aniqlovchi-issiqlik o'tkazuvchanlik;
- Jarayon kinetikasiga ta'sir qiluvchi qovushqoqlik;
- Vanna yuzasiga chiqayotgan metallmas qo'shimchalarni yutilish jarayonini aniqlovchi - shlak yuzasining tortilishi.

4.2.2. Po'lat quyishda hosil bo'lgan asosli va nordon shlaklar va ularning xarakterli xususiyati.

Shlaklarning fizik-kimyoviy xususiyatlari eritib olinayotgan metallning sifati va po'lat quyish agregatining ishi unumdorligini aniqlaydi.

Po'lat quyida hosil bo'lgan shlakning tarkibidagi oksidlar kimyoviy xususiyatlariga ko'ra 3 asosiy guruhga bo'linadi:

- Asosli (CaO , MnO , MgO , FeO)
- Kislotali (SiO_2 , P_2O_5 , V_2O_5)
- Amfoter (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3)

Amfoter oksidlarning xususiyati shundaki, asosli shixtalarda o'zini kislotali oksid kabi, kislotali shixtalarda esa asosli kabi namoyon qiladi.

Tarkibida asosli (CaO , MnO , MgO , FeO) oksidlar ko'proq bo'lgan shlaklar asosli shlaklar hisoblanadi. Yuqori asosli shlaklarga asosiligi $\geq 2,5$ bo'lgan shlaklar kiradi. Nordon shlaklarning asosiy xarakteristikasi SiO_2 ($\text{FeO}+\text{MnO}$) yoki $\text{SiO}_2/(\text{FeO}+\text{MnO}+\text{CaO})$ - kislotali shlak deyiladi.

Nordon po'lat quyish shlaklari po'lat quyish agregatlarining futerovkasiga katta ta'sir ko'rsatadi. 50-60 % ni tashkil qiladigan SiO_2 kremniy oksidi nordon shlaklarning asosi hisoblanadi. SiO_2 ning nordon shlaklardagi bunday konsentratsiyasi uning erish chegarasiga tegishli va shuning uchun uning erishi 1 ga teng. FeO ning eritishdan oldingi shlakdagi tarkibi 20-30 % ni, erish oxirida esa 10-15 % gacha kamayadi. Nordon shlaklarning asosiy kamchiliklaridan biri shundaki, ular metall vannasini fosfordan tozalay olmaydi.

Asosli po'lat quyish shlaklari rafinirlovchi xususiyatga ega, ular S va P ni yo'qotadi. Asosli shlaklarning asosiy komponentlaridan biri kalsiy oksididir. Uning tarkibi jarayon oxiriga borib 45-50 % ga yetadi. Agar shlakga SaO ni miqdorini ko'paytirish uchun ohak qo'shilsa u geterogen xususiyatga ega bo'lib qolishi mumkin. U holda fosfor va oltingugurtdan tozalash xususiyati kamayishi mumkin. Shlakning geterogen xususiyatini oldini olish uchun turli xil suyultiruvchilar boksit, plavk shpati va boshqalardan foydalaniladi.

Asosli shlaklarning ikkinchi asosiy komponentlaridan biri kremniy oksididir. SiO_2 shixtaning metall qismidagi kremniy oksidlanishidan hosil bo'ladi. U shixtaning metallmas qismidagi SiO_2 va mikser shlakida hosil bo'ladi. Eritish davri boshida SiO_2 ning miqdori 25-35 % ga teng bo'lsa, oxiriga borib esa 15-20 % ni tashkil qiladi. Metall chuqurroq fosfor va oltingugurtdan tozalanganda SiO_2 miqdori 10-12 % gacha kamayadi.

MgO ning miqdori 8-10 % bo'lguncha shlakning xususiyatiga yomon ta'sir qilmaydi. Miqdori bu chegaradan oshganda shlakda ohakning erishi qiyinlashadi. Uning oltingugurt va fosfordan tozalash xususiyati kamayadi.

Alyuminiy oksidining miqdori 5-10 % yetguncha ohakning erishini tezlashtiradi, suyuq oquvchanlikni oshiradi. Shlakning fizik-kimyoviy xususiyatini oshishiga yordam beradi. Yuqori konsratrsiyalarida esa shlakning aktivligini kamaytiradi.

Asosli shlaklarning asosiy texnologik xarakteristikasi ularning oksidlovchi xususiyatidir. Shlakdan metallga metall vannasidagi elementlarni oksidlash uchun o'tishi bilan xarakterlanadi. Buni metallda O_2 ning konsratrsiyasi ko'tarilganda amalga oshirish mumkin bo'ladi. Bunday tarkibli shlakning metalldagi kislorodning amaliy jihatdan muvozanati quyidagicha bo'ladi:

$$[\text{O}]_{\text{r.sh.}} - [\text{O}]_{\text{r}} = \Delta[\text{O}] > 0$$

Bu yerda $[\text{O}]_{\text{r.sh.}}$ – shlak bilan muvozanatda bo'lgan metalldagi kislorodning miqdori, %;

$[\text{O}]_{\text{r}}$ – metalldagi kislorodning amaliy miqdori, %;

$\Delta[\text{O}]$ – kislorodni amaliy miqdoridan ortiqqligi.

Shlak bilan muvozanatda bo'lgan metalldagi kislorodning miqdorini aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$[\text{O}]_{\text{r.sh.}} = \alpha \cdot (\sum \text{FeO}) / \eta_0 = (\sum \text{FeO}) \cdot \gamma_{(\sum \text{FeO})} / \eta$$

Bu yerda α ($\sum \text{FeO}$) va $(\sum \text{FeO})$ – shlakdagi temir oksidlarining faolligi va konsratrsiyasi;

η_0 – kislorodni taqsimlanish koeffitsienti;

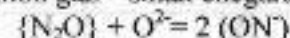
$\gamma_{(\sum \text{FeO})}$ – shlakdagi temir oksidlarining faollik koeffitsienti.

Agar shlakdagi temir oksidlarining konsratrsiyasini kamaytirsak (0.5 – 1.0 % gacha), unda $\Delta[\text{O}] < 0$ bo'ladi, ya'ni shlak kislodni

rodni metallga o'tkazish xususiyatini yo'qotadi va metalldagi kislodni yuta boshlaydi. Bunday xususiyatli shlak kisloroddan tozalovchi yoki tiklovchi xususiyatga ega bo'ladi. Shlakning oksidlovchi xususiyati undagi temir oksidlari, asosiligi, uglerod konsratrsiyasi, shlakdagi metallning haroratiga bog'liq bo'ladi.

Po'lat eritishda hosil bo'ladigan shlaklarning kamchiliklari ularning gazlar – azot va vodorodlarni erituvchanligidir. Bu shuni anglatadiki, gaz fazasidagi gazlarning faolligi metalldagi faoligidan ancha yuqoridir. Shuning uchun ular shlak va metallda eriydi. Tarkibida temir oksidlari bo'lgan shlaklarda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan azot anion N^- ko'rinishda bo'ladi. Azotning miqdori quyidagicha, % larda; asosli marten jarayonida 0.0001 – 0.0003, tomas jarayonida 0.0001 – 0.0007, nordon marten jarayonida 0.0001 – 0.0003, elektr yoyli jarayonda (karbid shlaki) ≤ 0.3 .

Shlakda vodorod gazining mavjud bo'lish holati anion ON^- ko'rinishidagidir. Bu anion gaz – shlak chegarasida hosil bo'ladi:



Reaksiyaning muvozanat konstantasi

$$\text{Lg } K = \text{lg} (\text{OH}^-)^2 / (\text{p}_{\text{H}_2\text{O}} \text{O}^{2-}) = 2160/T + 8.144$$

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki, kislorod anionlarining konsratrsiyasi ko'tarilishi bilan vodorodning shlakdagi eruvchanligi ortadi.

Nordon shlaklarda eritish davrida vodorodning miqdori 10 – 20 $\text{sm}^3/100\text{g}$ shlakni tashkil qiladi. Asosli marten va kislorod konverterlarida vodorodning konsratrsiyasi 25 – 45 $\text{sm}^3/100$ oralig'ida bo'ladi.

Nazorat savollari:

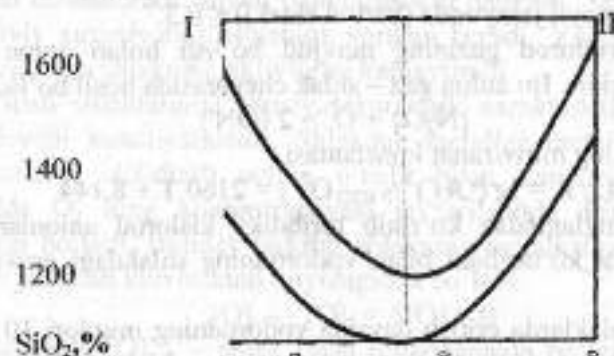
1. Shlaklarning fizik-kimyoviy xususiyatlari haqida ma'lumot bering.

2. Po'lat quyishda hosil bo'lgan asosli va nordonshlaklar va ularning xarakterli xususiyati.

4.3. Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning fizik-kimyoviy xossalari

Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning asosiy xususiyatlari: erish temperaturasi, qovushqoqlik, zichlik, sirt tarangligi, elektr o'tkazuvchanlik.

Shlaklarning *erish temperaturasi* ularning asosiy fizik xususiyatidir. U shlakning boshqa muhim fizik-kimyoviy xususiyatlarini belgilaydi. Shlaklarning erish temperaturasi uning kimyoviy tarkibi, ayniqsa SiO_2 ning miqdori ta'sir qiladi. 7.1.- rasmda marten shlaklarining erish temperaturasi uning tarkibidagi SiO_2 ga bog'liqligi ko'rsatilgan.



4.4.1. – rasm. Marten shlaklarining erish haroratining uning tarkibidagi SiO_2 ga bog'liqligi. I - asosli jarayon; II - nordon jarayon.

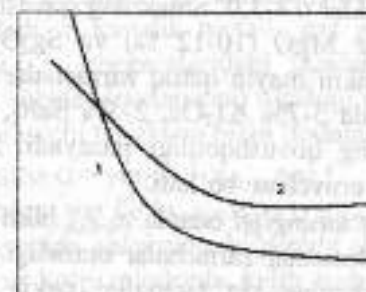
Ushbu bog'liqlik quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$t_{er} = 1680 - 28 (\text{SiO}_2) + 0.43 (\text{SiO}_2)^2$$

Tarkibida 30-40 % gacha SiO_2 bo'lgan po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklar nisbatan yengil eruvchan (t_{er} -1200-1300) bo'ladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, SiO_2 ning shlakdagi miqdori ko'payganda ham, kamayganda ham shlakning erish haroratini ko'tarilishiga olib keladi. Eritish davrining boshlanishida nordon va asosli shlaklarda ham SiO_2 ning shlakdagi miqdori 30-40% ni tashkil qiladi. Asosli

jarayonlarda eritish vaqtida SiO_2 ning miqdori kamayadi, nordon jarayonlarda esa ko'payadi.

Po'lat eritishda hosil bo'lgan suyuq shlaklarning muxim texnologik xarakteristikasi – bu ularning *qovushqoqligi*, bu qovushqoqlik shlakning harorati va tarkibiga bog'liqdir. Shlak qovushqoqligining haroratga bog'liqligi 4.4.2. da ko'rsatilgan.



4.4.2.-rasm. Asosli (1) va nordon (2) shlaklarning qovushqoqligini haroratga bog'liqligi.

Kremniy - kislorodli komplekslarning o'lchamlari shlakdagi SiO_2 ning miqdoriga qarab ortadi, shu bilan birgalikda uning qovushqoqligi ham ortadi. Tarkibida > 50% gacha SiO_2 bo'lgan shlaklar qovushqoqligi > 10 Pa.s. bilan xarakterlidir.

Shlaklar qovushqoqligining ba'zi mohiyatlari:

Modda	Temperatura, °S	Qovushqoqlik, Pa.s
Suv	25	0,00089
Po'lat	1600	0,005-0,0085
Marten shlaki	1600	0,020-0,040

Asosli shlaklarning suyuq holatdan qattiq holatga o'tish haroratining intervali qisqadir, bunday shlaklarning qovushqoqligi harorat < 1500°C gacha pasaytirilganda zudlik bilan ortadi. Asosli shlaklarning qovushqoqligi uning tarkibidagi qiyin eriydigan birikmalar SaO va MgO ga bog'liq bo'ladi.

Shlakning qovushqoqligi harorat va shlakning tarkibiga bog'liq. Haroratning ta'siri umumiy ko'rinishda quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

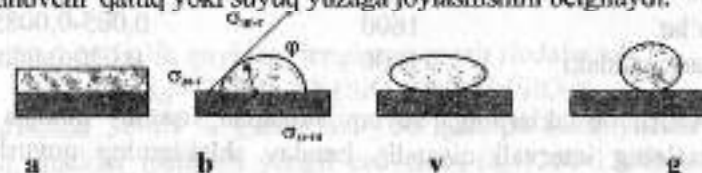
$$\eta = k_{\text{exp}} E_{\eta} / RT$$

bu yerda η - shlakning qovushqoqligi; k - eksponensialdan oldingi ko'paytiruvchi; E_{η} - qovushqoq oqimining faollashuvchi energiyasi.

Qovushqoqlikning qiymatlari odatda quyidagilarni tashkil qiladi, Pa.s: eritish davridagi shlaklar 0,1-0,3, tez xarakatlanuvchan shlaklar < 0,1, quyuvq shlaklar 0,8-1,0. Shlakning qovushqoqligini tez oshiruvchi qo'shimchalar MgO (10-12 %) va SiO_2 (5-6 % va undan yuqori). Ular shlakni mayin qattiq zarrachalar bilan boyitadi. Asosli shlaklarni tarkibida 5-7% Al_2O_3 , 2-5% CaR_2 , 5-7% N_2O yoki K_2O bo'lsa shlaklarning qovushqoqligi pasayadi. Nordon po'lat quyish shlaklari ko'proq eruvchan bo'ladi.

Shlakning sirt tarangligi odatda $\sigma_{\text{sh-g}}$ bilan belgilanadi. U shlakni tashkil qiluvchi elementar zarrachalar orasidagi bog'lanish kuchi bilan aniqlanadi. Shlaklarning sirt tarangligi tarkib va haroratga bog'liq. Harorat 1400-1600°C bo'lganda 200-600 kDj/m ni tashkil qiladi, ya'ni metallning sirt tarangligi (1200-1900 kDj/m) dan ancha kam. Shlakga faol birikmalar qo'shilganda shlakning sirt tarangligi kamayadi. Asosli shlaklarda faol birikmalar TiO_2 , SiO_2 , Na_2O , CaF_2 va R_2O hisoblanadi. Haroratni 100°C ga ko'tarilsa $\sigma_{\text{sh-g}}$ na 25-40 kDj/m ga kamaymaydi, ya'ni haroratning ko'tarilishi unchalik ahamiyatga ega emas.

Metallni shlak bilan o'zaro ta'sirining barcha murakkab jarayonlari ushbu fazalarning o'tga chidamli materiallar bilan ta'siriga bog'liq. Bunda metallmas qo'shimchalarning hosil bo'lishi va ajralishi avvalo ularning yuzaga yopishishi bilan bog'liq. U odatda yuzaga yopishish f burchagi bilan xarakterlanadi. U suyuq tomchining substar (поверхность) deb nomlanuvchi qattiq yoki suyuq yuzaga joylashishini belgilaydi.



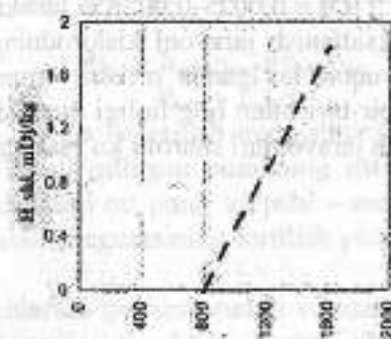
4.4.3. - rasm. Metall sirt ustiga shlakning suyuq tomchilarini joylashishining asosiy polatlari sxemasi. a - to'liq yoyilish ($f = 0$); b - qisman yoyilish ($f < 90^\circ$); v - yomon yoyilish ($f > 90^\circ$); g - umuman yoyilmaslik ($f = 180^\circ$).

Po'lat ishlab chiqarishda posil bo'lgan shlaklarning normal polatdagisi metall ustiga yoyilish xususiyatiga ega bo'lishi kerak. Odatda $f = 30-60^\circ$ qiymat bilan xarakterlanadi. Yuqori qiymatlarda (yomon yoyilish) metallni shlak bilan rafinirlash xususiyati sustlashadi. Tubli jarayonlarda metall yuzasining ochiq bo'lishi, parda metallga gaz fazasidan gazlarning yutilishi xavfi kuchayadi. To'liq yoyilish holatida esa ($f < 30^\circ$) metallni shlakdan ajralishi qiyinlashadi, bu esa metallmas qo'shimchalarni metall tarkibida ko'payishiga olib keladi. F kattalik metall-gaz a_{m-g} , metall-shlak a_{m-sh} va shlak-gaz a_{sh-g} chegaralaridagi fazalararo kuchlanishga bog'liq. Bu bog'liqlik substar (поверхность) ustidagi tomchining muvozanat holatini xarakterlovchi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\text{SUM-G} = v_{m-sh} + a_{sh-g} \cdot \text{soz } f$$

$$\text{bundan } \text{soz } f = (a_{m-g} - a_{m-sh}) / a_{sh-g}$$

Po'lat eritish jarayonida shlakning ko'pirishi shlak tarkibiga SO mayda zarrachalarining ko'p miqdorda kelib tushishi bilan bog'liq. Ushbu zarrachalar metall-shlak chegarasidagi va shlakdagi uglerodli metall zarrachalarining yuzasida uglerodning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Shlakning ko'pirishi metall ishlab chiqarishda asosan zarar yetkazadi. Sababi, ko'pirgan shlaklarning issiqlik o'tkazuvchanligi juda past, metallni qizish (erish) davomiyligini uzaytiradi, metall bilan o'zlashtirilmagan issiqlik futerovkani qizdirib yuboradi va natijada futerovkaning yemirilishiga olib keladi. Xaddan tashqari ko'pirib ketgan shlakning hajmi ortishi natijasida xar qanday agregatdan toshib ketishi mumkin. Bu esa umuman mumkin emas.



4.4.4.-rasm. H_{sh} ning haroratga bog'liqligi

Shlakni tashkil qiluvchi oksidlarning zichligi turlicha bo'ladi. Normal haroratda shlak komponentlarining ρ zichliklari quyidagilarni tashkil qiladi:

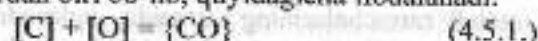
Oksidlar	R_2O_5	SiO_2	SaO	MgO	Al_2O_3	Sr_2O_3	Re_2O_3	MnO	FeO
$\rho, g/cm^3$	2,39	2,65	3,40	3,65	4,0	5,21	5,24	5,43	5,7

Nazorat savollari:

1. Shlaklarning erish temperaturasi qanday aniqlanadi?
2. Shlakning ko'pirishi shlak tarkibiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
3. Shlakning sirt tarangligi qanday belgilanadi?

4.4. Uglerodning oksidlanishi asosiy reaksiyasi, uning po'lat eritish jarayonidagi roli

Uglerodning oksidlanishi – po'lat eritish jarayonining asosiy fizik-kimyoviy reaksiyalardan biri bo'lib, quyidagicha ifodalanadi.

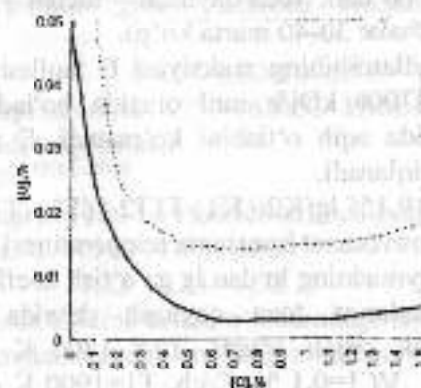


Ikkinchi reaksiyada tarkibida $<0,05\%$ uglerod bo'lgan vannaga quyiladi. Ikkinchi reaksiyada $1600^\circ C$ da $SO + SO_2$ gazlar aralashmasi 2 kPa ni tashkil qiladi. $R=101,3 \text{ kPa}$ bosimda va $Y(C)$ va $Y(O) = 1$ faolligida reaksiya tengligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$K_p = 1/([C][O])$$

$1580-1620^\circ C$ va $R_{CO}=101,3 \text{ kPa}$ konsentratsiyalari tengligini hosil qiluvchi $m=[C][O] = 0,0025-0,0026$ ni tashkil qiladi.

Uglerodning oksidlanish jarayoni kislorodning fizik konsentratsiyasi tenglikdan yuqori bo'lganda o'tishi mumkin. 4.5.1-rasmda $[C]$ va $[O]$ tarkibi bir-biri bilan bog'liqligi metallidagi tengligi uchun haqiqiy po'lat eritish jarayonlari sharoiti ko'rsatilgan.



4.5.1-rasm. $[C]$ va $[O]$ tarkibi bir-biri bilan bog'liqligi metallidagi tengligi uchun (2) va haqiqiy (1) po'lat eritish jarayonlari sharoiti.

Uglerodning past konsentratsiyasida ($<0,10\%$) uglerod tarkibidan tashqari kislorodning tarkibiga boshqa eritmalarining parametrlari ham ta'sir qiladi: shlakning oksidlanishi, metallidagi konsentratsiyasi, po'lat eritish vannasining harorati.

CO uglerod oksidi pufakchalari, (1) reaksiyaga binoan, metall-dan ajralib chiqishi faqat qaysi holatdagi agar y PCO miqdorga atmosfera bosimi (P_{atm}) va metall tortilish yuzasining ichki pufakchalarini bog'lanish bosimi (R_{kap}).

$$P_{CO} = P_{fer} + P_{atm} + P_{kap}$$

Ferostatni va kapilyar bosim quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$P_{fer} = h_{met} \rho_{met} + h_{shl} \rho_{shl}$$

$$P_{kap} = \tau_{mg-r}$$

Bu erda P_{atm} – po'lat eritish agregatining ish joyidagi bosimi; h_{met} va h_{shl} – hosil qilingan pufakning ustidagi metall va shlak qavatlarining balandligi m ; ρ_{met} va ρ_{shl} – metall va shlak zichligi, τ_{mg-r} – gaz va metall chegarasining tortilish yuzasi, MDj/m^2 ; r – SO ni pufak radiusi.

Marten pechlarida qaynash rudali va toza qaynashga bo'linadi. Rudali qaynash natijasida shlak- metall chegarasida SO maydu

pufakchalari hosil bo'ladi. Toza qaynash – metall – osti chegarasida (bu holatda pufakchalar 30-40 marta ko'p).

Uglerod oksidlanishining reaksiyasi E faollashtirish energiyasi miqdori 63000-147000 kDj/k mol orasida bo'ladi. Bu jarayonni diffuziya maydonida oqib o'tishini ko'rsatadi, E miqdor quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$E=19,155 \lg(K_2 / K_1) T_1 T_2 / (T_2 - T_1)$$

Bu yerda K-muvozanat konstanta temperaturasi T.

19,155 – R qiymatining ln dan lg ga o'tish koeffitsienti.

Marten vannalariga toza qaynash davrida kislorod pech atmosferasiga shlak orqali o'tadi. $T_1=1800$ K da uglerodning oksidlanish tezligi $VC_1=0,1$ %, C/ch, $T_1=1900$ K da $VC_1=0,13$ % S/ch ga teng.

Ushbu reaksiyani sxema ko'rinishida ifodalash mumkin.



Boshqa shu kabi sharoitlarda $K_2/K_1 = v_{O_2}/v_{CO}$.

Shunga ko'ra $E=71500$ kDj/k mol.

Uglerod oksidlanish reaksiyasi faollashtirish energiyasini olingan miqdori shuni ko'rsatadiki, jarayonni bitta diffuziya bosqichini limitlaydi.

Metall zarrachalari metall va shlak fazasida o'rtasida issiqlik va massa almashuvi tezlanishda muhim rol o'ynaydi, metallida shlak yuzasi kattalashuvini asosiy qarshiligidir. Uglerodni monooksid pufakchalari shlak qatlami orqali kiradi, o'zi bilan metall qobiqlarni tashiydi. Shlak yuzasini buzilishi pufakchalarni yorilishidan, shar ko'rinishli shakli qabul qilingan. Zarrachalar tarkibi 0,1 dan 5,5 mm gacha o'lchamlari o'zgaradi.

Metall tomchilarini uglerod oksidlanish tezligi intensivligi ikkita diffuzion jarayonlar orqali aniqlanadi – ichki diffuziya va tashqi diffuziya. Vannani kislorod yoki siqilgan havodan tozalashda zarrachalar rolini o'sishi sezilarlidir.

CO pufakchalari yuzasi uglerod – kislorod bog'lanishida osti g'adir-budur ko'rinishda, elementlar ko'rsatkichlari diffuziya koeffitsienti miqdorini taqqoslash shuni ko'rsatadi. Uglerod diffuziya

koeffitsienti avtoradio grafik uslubda aniqlanadi (izotop ^{14}C) tarkibida

$$4 \cdot 10^{-9} - 1,92 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

Interval temperaturada 1550-1680°C kislorod diffuziya koeffitsienti aniqlanish tenglamasi.

$$D_0 = 3,34 \cdot 10^{-2} e^{\frac{12000}{T-2000}}$$

Temperaturani keyingi ko'rsatkichlari berilgani:

Temperatura, °C 1550 1600 1680

D_0 , m^2/s 1,22 1,33 1,52

Uglerod monooksidini kritik o'lchamdagi hosil bo'lgan o'lchamini quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin.

$$r = 2\sigma_{\text{me}} V_s / (kT \ln p/p)$$

Bu yerda r - kritik o'lchamni hosil bo'lgan radiusi, σ_{me} - metall – gaz chegarasidagi tortilish yuzasi; V_s - hosil bo'lgan fuzaning bitta molekula hajmi; K-Bolsamana doimiysi; T-absolyut temperatura.

Shlak-gaz chegarasini tortilish yuzasi 400-600 mDj/m², metall-gaz chegarasida esa 1100-1500 mDj/m², $\sigma_{\text{me}}/\sigma_{\text{me}} \approx 3$.

Nazorat savollari:

1. Uglerodning oksidlanishining asosiy reaksiyasi.
2. Po'lat eritish jarayonida uglerod oksidlanishining ahamiyati to'g'risida ma'lumot bering.
3. Metall tomchilarining uglerod oksidlanish tezligiga ta'siri.

Umumiy savollar.

1. Qayta ishlangan cho'yan haqida qanday tushunchaga egasiz.
2. Po'lat temir tersagi haqida ma'lumot bering.
3. Ferroqotishmalar.
4. Metallmas shixta materiallari. Quttiq oksidlovchilar.
5. Shlak hosil qiluvchilar.
6. Shlaklarning fizik-kimyoviy xususiyatlari haqida ma'lumot bering.
7. Po'lat quyishda hosil bo'lgan asosli va nordonshlaklar va ularning xarakterli xususiyati.
8. Shlaklarning erish temperaturasi qanday aniqlanadi?
9. Shlakning ko'pirishi shlak tarkibiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

10. Shlakning sirt tarangligi qanday belgilanadi?
11. Uglerodning oksidlanishining asosiy reaksiyasi.
12. Po'lat eritish jarayonida uglerod oksidlanishining ahamiyati to'g'risida ma'lumot bering.
13. Metall tomchilarining uglerod oksidlanish tezligiga ta'siri.

V-BOB. KISLOROD-KONVERTER JARAYONI.

5.1. Konverter jarayonining asoslari va maqsadlari.

Reja:

1. Kislorod-konverter jarayoni.
2. Kislorod furnalarining purkovchi rejimi va konstruksiyasi
3. Kislorod furnalarining purkovchi rejimi va konstruksiyasi
4. Kislorod-konverter po'latining sifati.
5. Konverter konstruksiyasi. Futerovkani ta'mirlash.
6. Gazlardan tozalash.

Kislorod-konverter jarayoni bilan dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan po'latning 60% ni, MDHda esa 35% ni tashkil qiladi. Konverter jarayoni cho'yan va metall temir – tersakdan tashkil topgan shixtani oksidlovchi gazlar (kislorod, havo, SO_2 gazi) purkash bilan po'lat olishdan iborat.

Konverter metallurgik agregat bo'lib, noksimon ko'rinishga ega bo'lgan metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan pechdir. Konverter gorizontall o'q atrofida uzatgich yordamida xarakatlanishi mumkin.

Konverter suyuq metall vannasiga oksidlovchi gazlarni uzatuvchi qurilma. Dastlabki materiallarni yuklash uchun darcha (bo'yincha) va oksidlangan gazsimon mahsulotlarni chiqaruvchi, metallni quyib oluvchi qurilmalar bilan jihozlangan. Suyuq issiqligi temirni qo'shimchalarini (S, Mn, R va boshqalar) oksidlanishi reaksiyalari konverterning issiqlik manbayidir. Konverterning eritish davridagi issiqlik balansini bir maromda ushlab turish kerak. Chunki po'latni, shlakni, gazlarni qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik va issiqlikning yo'qotilishi issiqlikning kelishidan yuqori bo'lmasligi kerak.

Konverter jarayonlari issiqqa chidamli materiallarning xususiyatiga ko'ra nordon va asosli jarayonlarga bo'linadi.

Yirik va kichik Bessemerlash jarayoni nordon jarayon hisoblanadi. Bu jarayon tabiiy ligerlangan cho'yandan va konverter jarayonlarida uzluksiz po'lat quyish jarayonlarni bosqichlarga bo'lishda qo'llaniladi. Masalan, kremniydan tozalashda, po'latni kisloroddan tozalashda qo'llaniladi.

Asosli jarayonlar ko'proq tarqalgan. O'tga chidamli materialning CaO , MgO , CrO lardan tashkil topgan bo'lib, C va P ning ko'p qismini yo'qotishga yordam beradi. Oksidlovchi gazlarni uzatishi bo'yicha pastdan, yonidan, yuqori qismidan furma orqali purkaladigan konvertorlar farqlanadi.

Hajmi kichik bo'lgan konvertorlarda yon tomonidan purkash qo'llaniladi. Ko'proq kambinerlangan yuqori va pastki qismidan purkaladigan konvertorlar ishlatiladi. Havo kislorod bilan boyitilgan tarkibida P va C miqdori oz bo'lgan cho'yanlar uchun Bessemer jarayoni va tarkibida (P ning miqdori ko'p bo'lgan jarayonlar uchun Tomas jarayonlari qo'llaniladi). Havo va toza kislorod bilan purkaladigan konvertorlar farqlanadi. Bularga yana kislorod va inert gazlar purkaladigan agregatlar ham kiradi. Yana changsimon materiallarni erigan vannaga purkaydigan konvertorlar ham mavjud.

Kislorod konvertor agregati o'zining vertikal o'qiga nisbatan simmetrik joylashgan. Sferik yuzasi silindrik ko'rinishga o'tuvchi pastki qismi tub bilan chegaralangan va yuqori qismi konussimon bo'yingacha ega bo'lgan agregatdir. Konvertor ostida relislar orqali harakatlanuvchi temirchi va shlak tashuvchi uskuna mavjud. Purkalayotgan kislorodning vanna bilan ta'sirlanishi gaz oqimiga va ularni metallga kirituvchi qurilmaga bog'liq. Eritishning purkovchi rejimiga quyidagilar kiradi:

- gazning bosimi;
- gazning vaqt birligida nisbiy sarfi;
- soplolarning o'lchami va ularning vanna sathiga nisbatan joylashishi kiradi;

Soplo – bu gaz oqimining potentsial energiyasi kinetik energiyasiga o'zgartirish uchun kerakli yo'nalishini boshqaruvchi nasadkadir.

5.1.1. Kislorod furalarining purkovchi rejimi va konstruksiyasi

Ko'p soploli furalar reaksion zonadan bir maromda gaz ajralishini amalga oshirishga metall aylanishini yaxshilab borishga issiqlik va massa almashinuvi, metall yo'qotilishini kamaytirish, shlak hosil bo'lishini tezlashtirishga yordam beradi.

Furmaning uch qismida 3-9 ta gacha loval saplosi joylashtiriladi. Ularning o'qi konvertorning vertikal o'qiga qarab og'gan bo'ladi. Kislorod oqimi yelpig'ichsimon ko'rinishda furma uchlardan tarqaladi. Oqim o'zgarib ketmaslik uchun soplolarining og'ish burchagi boshqarilib turadi. Og'ish burchagining kattaligi soplolar soni va konvertorning sig'imiga bog'liq bo'ladi, soplolar soni 3 ta bo'lsa, og'ish burchagi $8-10^\circ$, 4 bo'lsa, og'ish burchagi $12-14^\circ$, 5 ta bo'lsa, og'ish burchagi $16-18^\circ$, 6 ta bo'lsa, og'ish burchagi $20-22^\circ$ gacha og'gan bo'ladi.

Furmaning soplolar sonini ko'paytirib metall yuzasiga yaqinlashtirilganda, zudlik bilan sovutishni talab qiladi. Yuqoridan purkash uchun mo'ljallangan kislorod furalari bir-biriga kiydirilgan 3 ta furdadan iborat. Markazdagi quvurdan kislorod yuboriladi, ichki quvurdan sovutuvchi suv o'tkazilib tashqi va o'rta quvurlar orqali chiqib ketadi. Berilayotgan sovutuvchi suv $0,6-1$ mPa bosim ostida yuborilib turiladi. Odatda har minutda haydalayotgan suv miqdori 5000 l ga yetadi. Furmaning sovutuvchi chiqib ketayotgan suvning harorati 45° dan oshmasligi kerak. Furmani yasash uchun yaxlit tortilgan po'lat quvurlar ishlatiladi. Furma uchlari misdan yasalgan. Ular $50-200$ marta gacha po'lat eritishga chidamli bo'lishi kerak. Furalarning vannaga nisbatan joylashishi jarayonlarning texnologik davrlarga bog'liq bo'ladi.

Konvertor bo'yinchasidan furma uchlari o'tkazilgandan so'ng, purkash boshlanadi. Furma oxistalik bilan tushirish bilan berilgan shixtagacha qancha kislorod sarflanishining hisobi olinadi. Purkash vaqtining $15-20\%$ qismida ya'ni $1-2$ min davomida nominal darajada yuqoriroq joylashtiriladi. Bu vaqtda konvertor bo'yinchasi ustida yorqin alanga hosil bo'lishi uglerodning zudlik bilan oksidlana-yotganligini bildiradi. Demak, eritish mustahkam boshlagan bo'ladi. Ana shu vaqtda kislorod furalari kerakli darajagacha tushiriladi. Metallni kislorod bilan purkash davrida tutun hosil bo'lishi yaroqli metall chiqishini $1-1,5\%$ ga kamaytiradi. Gazdan tozalovchi qurilmalarni talab qiladi.

Eritishning purkash davri davomiyligi uglerod oltingugurt fosforining metall tarkibida bo'lish bilan belgilanadi. Uglerodning oksidlanish tezligi purkashning tezligi orqali aniqlanadi.

Fosfor va oltingugurtning yo'qotilishi tezligi esa shlak hosil bo'lish tezligi bilan aniqlanadi. Shlak tarkibining o'zgartirilishini futerovkaning ishlash muddatini kamaytirishi, metall oksidlari bilan shlakdagi temir zarrachalari bilan yo'qotilishiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi.

5.1.2. Konvertor konstruksiyasi

Bessinmer va Tomas konvertorlarda po'lat ishlab chiqarish usullarining qator kamchiliklari tufayli ularda sifatli po'lat olish ancha cheklanadi.

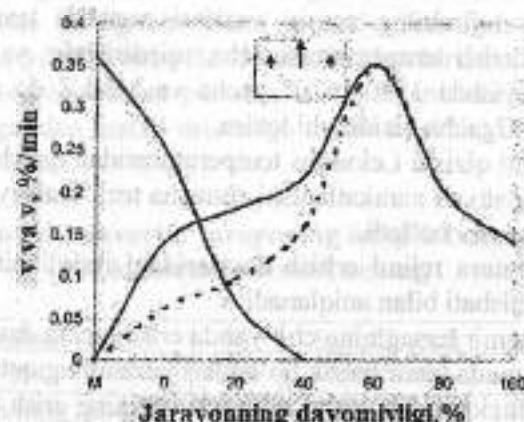
Asosli konvertorlarga qo'yilgan qayta ishlanadigan cho'yan sarfiga texnik toza kislorod xaydash yo'li bilan turli markali uglerodli va kam legirlangan po'latlar olish mumkin. Bu usul oddiyligi, va ixchamligi, yoqilg'i talab etmasligi, ish unumdorligi yuqoriligi, ishlash sharoitining yaxshiligi, po'latda N va H₂ gazlarning kamligi, kapital mablag'larni kam talab etishi, chiqindilar ko'proq qayta ishlashga imkon berishiga sababli sanoatda keng qo'llanilmoqda.

5.1.3. Metall qo'shimchalarini yo'qotish.

Uglerodning oksidlanishi. Purkalayotgan kislorodning o'zlashtirilish koeffitsienti 0,8-1% ni tashkil qiladi. Metall vannasida o'zlashtirilmagan kislorod gaz fazasiga o'tib changni va SO ni SO₂ gacha oksidlaydi. Purkalayotgan kislorodning umumiy hajmining 0,1-0,3% temirni shlakga chiqib ketuvchi qismiga sarflanadi. Purkash jarayonining o'rtasiga kelganda uglerodni oksidlanishiga sarflanayotgan kislorodning sarfi 1 ga yaqinlashadi. Uglerod ikkinchi reaksiya zonada oksidlanadi va 90% SO gacha va 10% SO₂ gacha oksidlanadi.

Uglerodning oksidlanish dinamikasi kremniyning miqdori, harorat, purkash rejimiga bog'liq. Eritish jarayonida uglerod yonishining tezlashishi va sekinlashishi kuzatiladi. Bu esa temir oksidlarining yig'ilishi va sarflanishi bilan bog'liq. Bu jarayon esa alanganing bo'yincha tepasidagi pulsatsiyasi, ba'zida chiqindilarni (выбросами) o'tilib chiqishi bilan namoyon bo'ladi. Temirning oksidlanishi natijasida shlakning harorati ortadi, ammo uglerodning oksidlanishi endotermik, temperatura pasayadi va (FeO)ning sarfi

kamayadi va uning yig'ilishi kuzatiladi. So'ngra ushbu sikl takrorlanadi.



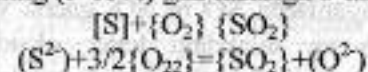
5.1.1.-rasm. Uglerod oksidlanishining tezligi dinamikasi va kislorod-konverterli eritishda metal temir tersaklarini erishi.

Kremniyning oksidlanishi erish jarayonining boshida intensiv rivojlanadi. Shlakda SaO ning mavjudligi kremniy oksidini bog'laydi (ekzotermik reaksiya) va kremnezyomni aktivligini pasaytiradi. Kremniyning oksidlanish jarayoni 3-5 min dan so'ng boshlanadi.

45 minutdan so'ng manganetsni oksidlanishi boshlanadi va muvozanat holatga keladi. Muvozanat sharoitida manganetsning oksidlanishiga haroratning pasayishi, shlakdagi temir oksidi miqdorining ko'tarilishi yordam beradi. Erish jarayonining oxiriga kelib uglerod bilan tiklanishi natijasida manganetsning miqdori ortadi.

Defosforatsiya va desulfuratsiya jarayonlari ushbu jarayonlarning umumiy qonuniyatlari asosida amalga oshadi.

Kislorod bilan purkash vaqtida kislorod potentsiali yuqori bo'lgan xududida oltingugurtning (5-15%) gaz fazasiga o'tishi kuzatiladi:



Issiqlik va harorat rejimi.

Issiqlik rejimining asosiy vazifasi metallni texnologik operatsiyalar o'tkazish temperaturasi gacha qizdirishdir, ya'ni mog'orlarga metallni quyishda 1580-1620° gacha va MNLZ da metall quyishda 1620-1660°C gacha qizdirishi lozim.

Metallni qizishi Lekvidus temperaturasidan qancha yuqori bo'lsa, sistemaning suyuq xarakatlanishi shuncha tez, reaksiyalarning borishi shuncha intensiv bo'ladi.

Temperatura rejimi eritish davrlaridagi issiqlikning kelishi va sarflanishi nisbati bilan aniqlanadi.

Po'lat temir tersagining cho'yanda erishi uchta davrdan iborat:

1) Eritmada temir tersak bo'laklari yuzasining qotishi va erishi
2) Diffuzion erish, ya'ni eritmada o'zining erish haroratidan past haroratda erishi;

3) Metall bo'laklarining erish haroratigacha qizdirish

Yengil eruvchan temir tersak eritmaning haroratini 200°S, og'ir eruvchan temir tersak esa 50-100 °C gacha kamaytiradi.

Issiqlikni asosiy kelish manbai suyuq cho'yanning fizik issiqligi, cho'yan tarkibidagi qo'shimchalarning oksidlanishi natijasidagi yuz beradigan ekzotermik reaksiyalardir. Asosiy issiqlik kremniy va fosforning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladigan Tomas jarayonidan farqli ravishda, kislorod-konverter jarayonida asosiy issiqlik uglerodning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi.

Kislorod-konverter jarayonida issiqlikdan umumli foydalanish koeffitsienti 70-72%ni tashkil qiladi, lekin, uglerodning juda kam miqdori SO₂ gacha oksidlanishini hisobga olganda, issiqlikdan foydalanish 40-45%ni tashkil qiladi, bu esa marten jarayonidagi issiqlikdan foydalanish koeffitsientiga tenglashadi.

Kislorod-konverter jarayonidagi issiqlik balansini yaxshilash usullari:

1. Oddiy jarayonlarda SO ni SO₂ gacha yoqish SO ni kislorod oqimiga qo'shish va shlakdagi temir oksidi bilan ta'sirlashishi natijasida amalga oshiriladi, ya'ni furma qancha yuqori joylashtirilsa, uglerodni SO₂ga o'tish darajasi shuncha yuqori bo'ladi. Suyuq vannadan yuqorida yengil eriydigan metallolomni bo'lishi, chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan foydalanish darajasini oshiradi.

Furmalarni purkash davrida siklik joy almashinuvi SO₂ni chiqib ketuvchi gazlardagi miqdorini 8-12% ga oshiradi va 1 tonna po'lat ishlab chiqarishda 30 kg cho'yanni iqtisod qilish imkonini beradi. Uglerodni to'liq yondirishni effektiv usullaridan biri, bu ikki darajali furmalardan, kombinirlangan purkashdan foydalanishdir. Lekin issiqlik yonish alangasidan metall shixtasiga uzatilishi (FIK) bor-yo'g'i 30-35 % ni tashkil qiladi.

5.1.1-jadval.

**Kislorod-konverter jarayonining issiqlik balansi
(100 kg metall shixtasi uchun)**

Issiqlikning kelishi	kDi	%	Issiqlik sarfi	kDi	%
Qaynoq cho'yan	94325.3	49.6	Qizdirish		
Qo'shimchalarning oksidlanishi bilan	80468.9	42.1	po'lat	132402	69.2
Shu jumladan			shlak	30290.7	15.9
uglerod	40831.5	21.4	SaSO ₂ , namlik, rudaning temir oksidlarini	4686.6	2.4
kremniy	20070.1	10.5	Yo'qotishlar:		
manganets	4525.2	2.4	Chiqib ketuvchi gazlar bilan	15602.5	8.2
fosfor	2597.8	1.9	Chiqindilar	628.5	0.3
temir FeO, Fe ₂ O ₃ gacha(shlak)	12444.3	6.5	Shlakdagi zarrachalar bilan	967.9	0.5
Fe ₂ O ₃ (tutun) gacha	8882.8	6.5	Tutun bilan	2262.6	1.2
Mikser shlaki	1311.5	0.7	boshqalar	4085.2	2.3
Shlak hosil bo'lish reaksiyalari	5937.2	3.1			
Jami	190926.	100	Jami	190926.7	100

2. Shixta materiallarini qizdirish. 1 tonna po'latga 60-80 kg ohakni 1000°Cgacha qizdirib qo'shish, metallolom sarfini 28-38 kg/tga oshirish imkonini beradi, shlak hosil bo'lishini tezlashtiradi.

Metall temir tersak va chiqindilarini 800°Cgacha qizdirish keng qo'llanilmoqda.

3. Konverterga kislorod furma orqali yoqilg'idan (mazut, tabiiy gaz, koks, ko'mirlar, karbidlar) foydalanish. Konverter hajmi ancha miqdorda metall temir tersak va chiqindilari miqdorini oshirish imkonini beradi. Ammo ko'pikli, geterogen shlak natijasida FIK ni pasayishi bu jarayonni keng tarqalishiga imkon bermaydi.

5.1.4. Konverter konstruksiyasi. Futrovkani ta'mirlash. Gazlardan tozalash.

Kislorod-konverter po'latining sifati.

Kislorod-konverter usuli bilan yuqori sifatli uglerodli va legirlangan po'latlarning juda ham ko'p turdagi po'latlar ishlab chiqarish mumkin. Bu po'latlarda rangli metall, vodorod, azot kabi turli qo'shimchalar marten pechida ishlab chiqarilgan po'latga nisbatan ancha kam.

Vannaga gazlar havo bilan, ohak namligi (N) bilan, purkash davrida kelib tushadi. Kelib tushgan gazlar esa o'z navbatida purkalayotgan havo bilan metall zonasida metall vannasiga yutladi. Kisloroddagi namlik miqdori 8-10 g/m³ bo'lganda metallidagi vodorodning konsentratsiyasi 10-13 sm³/100g ga etadi. Purkash davrida azotning konsentratsiyasi 0,5-3% bo'lganda, uning metallidagi konsentratsiyasi 0,01-0,025% ni tashkil qiladi. Ammo amaliy jihatdan yuqorida keltirilgan gazlarning miqdori ancha kam. Sababi gazlar inert gazlar bilan maxsus purkalgan vaqtida SO gazi pufakchalari bilan chiqib ketadi.

Purkash davrida vannadagi metallning tarkibi turlicha bo'ladi. Ushbu xar xillikni yo'qotish uchun argon bilan pechning tubi orqali portlash (продувка) qilinadi.

5.1.5. Konverter konstruksiyasi. Futrovkani ta'mirlash. Gazlarni tozalash.

MDH davlatlarida kislorod konverterlarining quyidagi sig'imli turlaridan foydalaniladi (suyuq metall bo'yicha): 50, 100, 130, 160, 200, 300, 350, 400, 500t. Konverterning keng tarqalgan xarakteristikasi uning sadkasidir. Ya'ni eritishga yuklanayotgan metall shixta materiallarining massasi sig'im koeffitsienti orqali belgilanadi.

Kislorod konverterining asosiy parametrlari nisbiy hajmi, vannaning chuqurligi va diametri, ishchi yuzaning balandligi, bo'yinchasining diametri, futrovkaning qalinligidir. 1 tonna metallning hajmi 0,14-0,15 m, shlakni hisobga olganda 0,2 m/t ni tashkil qiladi purkash davrida bu hajm 2-3 barobarga ortadi. Bundan kelib chiqqan xolda konverter nisbiy hajmining kattaligi (hajmini nominal sig'imga nisbati) 0,8-1,0 m³/t deb qabul qilinadi. Bunda metallni minimal yo'qotilishiga, o'tga chidamli materiallarning optimal sarfi va pechning nisbiy hajmi oshirildiganda issiqlik futrovka orqali chiqib ketishini oldini olishga erishiladi.

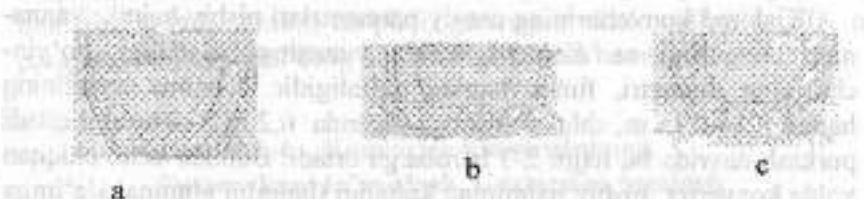
Minimal issiqlik yo'qotilish $N/D = 1$ bo'lsa ham, N/D ning nisbati 1,4-1,8 oralig'ida bo'ladi. Konverterning balandiligining yuqori bo'lishi chiqib ketayotgan chiqindi bilan metallni yo'qotilishini kamaytiradi, ammo binoning umumiy balandligi ortib ketadi. Konverterning diametrini oshishi futrovka yemirilishini oldini oladi, lekin sirkulyatsiya jarayonini qiyinlashtiradi. Pechning sig'imi ortgan sari N/D nisbat kamaya boradi.

Vannaning chuqurligi h_v konverter sadkasiga va purkash usuliga bog'liq.

Bo'yincha diametri D_b metallolomni tezda yuklash, namuna olish, haroratni o'lchash imkonini berishi kerak. Juda keng bo'lgan bo'yincha issiqlikni yo'qotilishi, chiqib ketayotgan chiqindilar bilan metallni yo'qotilishi va havoni vannaga kelib tushishiga olib keladi. Bo'yincha diametri D_b 50-350-t konverterlar uchun 2-4 m atrofida bo'lishi kerak. Bo'yincha 25-27°gacha og'gan konussimon shaklda bo'ladi. Bo'yincha ushbu qiymatdan yuqoriroq og'dirilsa uning yuqori qismidagi futrovkaining mustahkamligi kamayadi.

Vannaning quyi qismi metall turib qolishini oldini olish uchun sferik yoki konus shaklda yasaladi.

Konverter konstruksiyalari tubi yaxlit ochilmaydigan, kiygiziladigan va tagi olinadigan turlari mavjud. (14.1 rasm.). Keyingi ikkita turi futerovka remontini osonlashtiradi, ammo metallni chiqib ketish xavfi bor. Olinadigan tublar ularga eritilgan magnezitdan tayyorlangan maxsus o'tga chidamli bloklar bilan biriktirilgan furnalar bilan birgalikda almashtiriladi.



5.1.2.-rasm. Kislород konverteri tubining konstruksiyasi: a- yaxlit tubli; b- yechiladigan; c- kiygiziladigan.

Oksidlamaydigan gazlarni purkash ochiq teshikli o'tga chidamli bloklar orqali amalga oshiriladi. Furnalar kislород kollektor-taqsimlagich bilan biriktirilgan. Bu taqsimlagich tubning tashqi tarafidan mustahkamlangan. Odatda bu quvurlar katta diametrli bo'ladi. Kislородni bo'luvchi kollektor kukunsimon ohakni furnalarga bir maromda taqsimlab beradi. Markazdan qochuvchi kuchli taqsimlagichlar keng tarqalgan. Purkashlar davrlari orasida halqali bo'shliqlar orasidan azot kelib tushadi.

Konverter ustki qoplama sifatli eskirmaydigan qalinligi 80-150 mm bo'lgan po'lat listlardan tayyorlanadi. Uning po'lat quyish vaqtidagi harorati 200-300°C gacha boradi. Ustki qoplamaning yuqori qismida joylashgan bo'yincha qismini qalin po'lat qoplamalar himoya qiladi.

Sapfalar kojuxga yechiladigan yoki yechilmaydigan maxsus konstruksiyalar yordamida biriktiriladi. Sapfalar o'qi yuklangan konverterning og'irlik markazidan yuqorida joylashtiriladi. Bu esa konverterni aylantiruvchi uzatgichlar buzilgan vaqtda konverterni vertikal holatga kelishini ta'minlaydi. Konverterning tagi olinmay-

digan turlari qalin shvellar tipidagi po'lat list bilan qoplangan. Ularning kamchiligi – kojux qiziganda sapfalarning og'ib ketishi ehtimoli borligi va podshipniklar deformatsiyasidir.

Yechiladigan konstruksiyaning tayanch xalqasi korpus bilan "suzuvchi" ko'rinishda biriktiriladi. Bu esa o'z navbatida bemaolot issiqlik kengayishini ta'minlaydi.

Sapfalar turli kommunikatsiyalarni o'tkazish uchun yarimoy ko'rinishida yasaladi. Ular havo yoki suv bilan sovutuvchi moslama bilan jihozlangan. Sapfalar podshipniklar yordamida po'lat staninalarga tiriladi, uning fundamenti bino fundamenti bilan bog'lanmagan va o'tga chidamli g'ishtlar bilan futerovkalangan bo'ladi.

Elektromexanik mexanizm yordamida konverter o'z o'qi atrofida xarakatlantiriladi. Konverterning xarakatlanish tezligi 0,1-1,5 min⁻¹. Xarakatga keltiruvchi uzatgichlar bir tomonlama (160 tonnagacha) va ikki tomonlama bo'ladi. Kuchlanish silindrik reduktorlar, universal shpindellar va sapfaga biriktiruvchi muftalar orqali uzatiladi.

Yuqori yoki quyi furnalar orqali kukunsimon materiallarni purkash sistemaga materiallarni saqlash uchun bunkerlar, sarflovchi bunkerlar, taqsimlovchi torozilar, tarqatuvchilar, o'tkazuvchi quvurlar kiradi. Kukunlar aeratsiyasi va pnevmatik uzatish uchun kislород va azotdan foydalaniladi.

Suyuq cho'yanni kislород-konverterining yuklash maydoniga cho'yan tashuvchi kovshlarda olib kelinadi va yuklovchi kran orqali konverterga quyiladi. Metall temir-tersagi xuddi o'sha maydonga temiryo'l platformalarida keltiriladi va ko'priki kran yordamida konverterga yuklanadi. Konverter maydonining ishchi yuzasida saqlash, transportirovka qilish va sochiluvchan materiallarni taqsimlash, ferroqotishmalarni toblash va eritish uchun maxsus jixozlar bilan jihozlangan. Po'lat temiryo'llarda xarakatlanuvchi maxsus aravachalarga o'rnatilgan po'lat quyish kovshiga, shlak esa shlak yuklanuvchi idishlarga chiqariladi.

Kislород konverterining futerovkasi g'isht, blok va yamovchi massalar yordamida amalga oshiriladi. Futerovkaning yemirilishi bir tekisda bo'lmaydi o'tga chidamli materiallardan maksimal darajada foydalanish uchun qoplamaning bir tekisda yemirilishini ta'minlash kerak bo'ladi. Buning uchun qoplamalarning turli uchastkalaridagi

ko'p yemiriladigan joyining qalinligini ushlab turishga erishish uchun differensiallangan kladdadan foydalaniladi.

Bo'yinchaning yuqori qismi metallolom yuklanganda, haroratning o'zgarishi natijasida yig'ilib qolgan metallning ko'chib tushishi natijasida mexanik yemiriladigan joylarga kuydirilgan o'tga chidamli qoplamalar avvaldan qatron bilan to'yintiriladi. Konvertorning silindrik qismi shlakning ta'siri natijasida yemiriladi. Yemirilishni oldini olish uchun ko'p yemiriladigan qismiga qatronli bog'lamlar yordamida qalinlashtirilgan o'tga chidamli qoplama bilan futerovkalanadi.

Tubi xar tarafidan qatronli bog'lovchilar yordamida biriktirilgan magnezit g'ishtidan tayyorlanadi. Tubi biriktiriladigan pechlarda esa, qatronmagnezitli massa bilan qoplanadi va aravacha (домкратная тележка) bilan mustaxkamlanadi.

Po'lat quyib olish tuynugi magnezitli g'isht va eritilgan magnezitli bloklar bilan futerovka qilinadi. Atrofi magnezitli kukunni magniy sulfatli aralashmasi bilan to'ldiriladi.

Futerovkaning yemirilish tezligi periklazoshpindelli g'ishtlar uchun 2,5 mm/eritish ni va qatrandolomitli qoplama uchun 1,5 mm/eritishni tashkil qiladi. Futerovkaning yaroqlilik muddati periklazoshpindelli g'ishtlar uchun 300-400 va qatrandolomitli qoplama uchun 500-900 eritish (nauka)ni tashkil qiladi. Futerovkaning chidamliligini oshirish uchun

- g'ishtning sifatini oshirish,
- Differensirlangan qoplamadan foydalanish,
- sochiluvchan materiallar tarkibidagi SiO_2 cho'yan tarkibidagi kremniyni miqdorini kamaytirish,
- asosli shlakni hosil bo'lishini tezlashtirish,
- purkash vaqtini kamaytirish,
- eritish davrlari orasidagi vaqtlar oralig'ini kamaytirish,
- shlakni magniy oksidi bilan 6% gacha boyitish,
- vaqtida pechni issiq remont qilib turish lozim bo'ladi.

Issiq remontning eng oson va sodda usuli Futerovkaning ta'mirlanayotgan qismida shlakli garnissaj (погварка) hosil qilishdir. Buning uchun konverterda shlak shunday qoldiriladi-ki, shlak yemirilgan joyni to'ldirishi kerak va uning ustiga o'tga chidamli g'ishtning

siniqlari sepiladi. 15-20 minutdan so'ng eritish yana davom ettiriladi. Garnissajning chidamliligi 3-4 ta eritishga yetadi.

Bundan tashqari, yemirilgan qismlarga o'tga chidamli material kukunini maxsus fumlalar yordamida siqilgan havo bilan purkab to'ldirish mumkin. Pech qizdirilgandan so'ng purkalgan massa futerovka bilan birlashib ketadi. Ushbu usulning quruq, nam va olovli (alangali) turlari mavjud. Bunday usullar sovuq remontga to'xtashlarni bir necha barobarga qisqartiradi.

Sovuq remontda armatura qavatini va yemirilib ketgan futerovkani almashtirish, pechni 15-20 sutka davomida uzluksiz ishlaganda va konvertorni yopishib qolgan shlak va metall qoldiqlaridan tozalashda, tubni ajratib olishda, futerovkani 500-600°C gacha havo va suv bilan sovutish, futerovkani maxsus mashina yordamida buzish, armatura va futerovka remonti, 6 soat davomida 1200°Cishchi haroratgacha qizdirish nazarda tutiladi. Sovuq remont 72-130 soat davom etadi.

Issiqlikni ajratib chiqarish va gazlarni tozalash.

Tubdan havo purkaladigan konverterlar gazi tarkibida 5-35% SO , 2-15% SO_2 , 60-90% Mg bo'ladi, changlanish 1-5 g/m^3 , temperatura 1000-1600°C. Pastdan kislorod bilan purkaladigan pechlarda tarkibida 85-88 kg/t po'lat (60-80 m^3/t) ga tarkibida 75-90% SO , 8-20% SO_2 , do 5% N_2 changlanishi 30-120 g/m^3 , harorati 1400-1700°C bo'lgan gaz hosil bo'ladi. Tartibli normaga asosan gazning changlanish miqdori 0,1 g/m bo'lishi shart. Shuning uchun gazlar changdan tozalanishga yuboriladi. Gazlar tarkibida portlovchi N_2 va SO gazlar bo'lganligi tufayli ularni tozalashdan oldin havo kislorodi bilan yondiriladi, yoki chiqarib yuborish va tozalashni yondirmasdan gaz chiquruvchi traktga havo tushirmasdan o'tkazib yuboriladi.

Gaz chiqaruvchi trakt suv bilan sovutilib turuvchi kessonlar bilan jihozlangan bo'lib, gazlar bo'yinchadan chiqqanidan so'ng, konverter gazlarni sovutuvchi radiatsion qismi bo'lgan kaminga o'tadi. Ushbu kamin qozon-utilizator deb nomlanadi.

Gazlar quruq, nam va elektr yordamida tozalanadi. Nam tozalash sistemasi ketma-ket o'rnatilgan skrubber, Venturi quvurlari, tomchi

ushlovchi apparatlar bilan jixozlangan. Zarrachalarning namlanishi natijasida koagulyasiya sodir bo'ladi.

Quruq usullarda matoli filtrlardan foydalaniladi. Buning uchun gazning harorati albatta pasaytirilishi kerak. Quruq va nam elektro-filtrlardan foydalanish changning zararlangan zarrachalarini elektromagnit plastinalari yuzasiga cho'ktirishga asoslangan. Bunday usul o'ta portlash xavfi mavjud. Bu usullardan keng foydalanilmaydi.

5.1.6. Kislorod furmasining purkash

rejimi va konstruksiyasi. Konvertorda tutun va shlak hosil bo'lishi. Temperatura va issiqlik rejimi

Ko'pteshikli furmalar reaksiya zonasidan gaz ajralib chiqishini bir maromda ta'minlaydi, metallning sirkulyatsiyasini tashkillashtiradi, issiqlik va massa almashinuvini tashkillashtirib, metallning yo'qolishini kamaytiradi, shlak hosil bo'lishini tezlashtiradi. Furmaning uchi qismida 3-9 gacha o'qlari vertikal o'qqa tomon egilgan havvol teshiklari joylashgan. Oqim vertikal tarzda furmani uchi qismidan tarqaladi. Egilgan burchak oqimni to'kilmasligini va reaksiya zonasining ust qatlama yaqinlashib qolmasligini ta'minlaydi. Egilish burchagining kattaligi konvertor sig'imiga va teshikchalar miqdoriga bog'liq.

Teshikchalar miqdori n	3	4	5	6
Egilish burchagi α	8-10	12-15	16-18	20-22
Teshiklar diametrik	$d_e = d_0$			

Bu yerda d_0 – bitta furmaning hisoblangan diametri.
 n – teshiklar miqdori.

Furmaning teshiklarini ko'paytirib metallning ust qatlamlariga yaqinlashtirilganda, furmaning jadal ravishda sovutib turish lozim. Kislorodli furmalar yuqoridan purkashda 3 xil konsentrik joylashuvga ega, markazdan kislorod beriladi. Sovutish uchun ichki xalqadan suv, ustki hamda o'rta truba oralig'idan o'tadi. Shunday furmalar borki, unda O_2 ichki xalqa oralig'idan beriladi.

Furmani sovutish uchun suvning harorati $45^\circ C$ dan oshmasligi shart.

Furma tayyorlash uchun o'ta pishiq po'lat qo'llaniladi. Furmaning uchi qismi qizil misdan tayyorlanib, 50-200 tagacha eritish jarayonida bardoshli bo'lishi kerak. Furmaning joylashuvi jarayonning texnologik davriga qarab o'zgartiriladi. Purkash jarayoni furmaning uchi konvertorlovchi (bo'g'zi)dan o'tgandan keyin boshlanadi. Eritma maromida kuydirilgandan so'ng, furmani nominal darajasiga pastlatiladi. Metallni O_2 bilan purkashda hosil bo'lgan tutun metallni oksidsizlantiradi. Bu esa o'z naybatida mukammal gaz tozalash uskunalariga talabni oshiradi. Tutun tarkibida qisman temir va uni oksidi (0,03-0,02 mkm-60-80%) va shlak ko'piklarining qoldiqlari shu bilan birga tiklovchi vositalar qoldiqlari bo'ladi. Ko'p teshikli furmalardan foydalanish metallni chang bilan chiqib ketishini 1,2-2 martagacha kamaytiradi. Tutun hosil bo'lishi, shlak hosil bo'lishi uchun metallning ust qatlamiga O_2 bilan qo'shib berilayotgan qattiq, suyuq va gazsimon vositalarning harakatiga ta'sir qiladi.

C, S, P ning eritma tarkibida qanchaligiga qarab purkash vaqti aniqlanadi. C ning oksidlanish tezligi [q_0 , $m^3/(min.t)$], purkashning jadalliligiga, S va P ning yo'qolish tezligiga va shlak hosil bo'lish tezligiga bog'liq. Shlak tarkibining o'zgarishi o'tga chidamli futerovkaga, metallning chiqindi tarkibiga chiqishiga oksidiga ta'sir qiladi. Birlamchi shlak cho'yanni konvertorga quyishdan, oldingi quyishdan qolgan shlakdan metall ifloslanishidan cho'yanning quyishdagi oksidlanishdan va konvertorga yuklangan ohak oksididan hosil bo'ladi. Eritish paytida shlak tarkibi o'zgarishiga Si oksidlanish, Mn, P, S, ohak erishi, temir rudali materiallarning konvertorga yuklashda futerovkaning buzilishiga ham bog'liq. Asosiy jarayon ustki qismida Fe va Mn ion va oksidlari bo'lgan ohak bo'lagining erishidadir. Bo'lakga ichki massa uzatish $CaO-FeO-MnO$ sistemasida yengil cruvchanlik hosil qiladi, erigan CaO shlak hajmiga ta'sir qiladi.

Jarayon tezligi ohak bo'laklarining shlak bilan aloqasidagi maydonga bog'liq. Tashqi massa uzatish shlakning qovushqoqligiga, temperaturaga, qaysiki uglerodning kuyishi bilan aniqlanadigan vannadagi jadal almashinishiga bog'liq. Tutashish maydonining kengaytirilishi bo'laklarining yuqori harorat qismiga tushib

yorilishiga va shlak tarkibida temir oksidlarining kamligi va ohakning kesaklanishini kamayishiga yordam beradi.

SiO_2 ni shlakdagi yuqori konsentratsiyasida ohak bo'laklarining ustki qatlamida $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ning 2130°C da eriydigan mustahkam qobig'i hosil bo'ladi. Buning oldini olish uchun ohakning nisbiy ustki qatlamini oshirish, birinchi qo'shimcha bilan kiritiladigan ohak massasini ko'paytirish, erish harorati 1400°C bo'lgan ikki kalsiyli silikat birikmasini hosil qiluvchi plavik shpatni qo'shish lozim.

Ohakning kristall panjarasiga erituvchilarning ion (oksidlar)ning diffuziyasi ohak nuqsonlarining mavjudligig bog'liq. Purkash bosqichida shlak tarkibida FeO , Fe_2O_3 , SiO_2 bo'lgani uchun ohakning erishi yuqori bo'ladi. Ohakning va SiO_2 , Fe va Mn oksidlanishi natijada shlak massasi tez o'sadi. Furma o'rtacha ish holatiga o'tganda shlak sachrab uchqunlar konverter bo'g'zidan o'tilib ehiqa boshlaydi. Bu davrda suyultirilgan shlakga eritiladigan plavik shpati, temir rudali material qo'shiladi va furma ko'tariladi.

III davrda C konsentratsiyasining kamayishi natijasida uglerodlanish tezligi V_c tushib ketadi, shlakdagi oksidning miqdori o'shadi. Natijada ohakning erishi intensivlashadi va shlakning massasi ortadi.

5.1.7. Kislorod konverterining material balansi.

Kislorod sarfi

Texnik kislorod bilan ($99,5\% \text{O}_2 + 0,5\% \text{N}_2$) ustidan purkalanadigan, metall sig'imi 150 tonna bo'lgan konverterni hisoblash. Shixtani tarkibida 77% cho'yan va 23% skrap bo'ladi, ularni oksidlanisizlashtirishdan oldingi tarkibi quyidagicha bo'ladi:

	C	Si	Mn	P	S
Cho'yan (77 %)	3,8	1,0	0,9	0,2	0,05
Skrap (23 %)	0,1	-	0,5	0,04	0,04
Shixtaning o'rtacha miqdori	2,759	0,72	0,763	0,033	0,045
Kislorodsizlantirishdan oldingi skrap	0,1	-	0,4	0,025	0,01

Futrovkani sarfini (periklazoshpinelidli g'isht) cho'kish massasini 0,25% ga teng deb olamiz.

Konverterni hisobi o'z ichiga oladi; 1) material balansi hisobi; 2) konverterning asosiy o'lehamini hisobi; 3) kislorodli furmani hisobi; 4) issiqlik balansi hisobi.

Material balansi

Chala yongan qo'shimchalar po'latni oksidlanishidan oldingi va shixtadagi elementlarni o'rtacha tarkibi farqi orqali aniqlanadi (100 kg shixta uchun).

C.....	$2,759 - 0,1 = 2,659 \text{ kg}$
Si.....	$0,72 \text{ kg}$
Mn.....	$0,763 - 0,04 = 0,723 \text{ kg}$
P.....	$0,033 - 0,01 = 0,023 \text{ kg}$
S.....	$0,045 - 0,025 = 0,02 \text{ kg}$
Fe.....	$1,5 \text{ kg}$
Jami	$1,5 \text{ kg}$

10% uglerod CO_2 gacha va 90% uglerod esa CO gacha oksidlanishini nazarda tutgan holda, qo'shimchalarni oksidlashga sarflanadigan kislorodning massasini aniqlaymiz.

Kislorod sarfi, kg

Oksid massasi, kg

$\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \dots 0,2659 \cdot 32 : 12 = 0,709$	$0,2659 + 0,709 = 0,975$
$\text{C} \rightarrow \text{CO} \dots 2,3931 \cdot 16 : 12 = 3,190$	$2,3931 + 3,190 = 5,584$
$\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \dots 0,72 \cdot 32 : 28 = 0,823$	$0,72 + 0,823 = 1,543$
$\text{Mn} \rightarrow \text{MnO} \dots 0,723 \cdot 16 : 55 = 0,210$	$0,723 + 0,210 = 0,933$
$\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \dots 0,023 \cdot 80 : 62 = 0,030$	$0,023 + 0,002 = 0,004$
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots 1,5 \cdot 48 : 112 = 0,643$	$1,5 + 0,643 = 2,143$
5,607	11,235

Nazorat savollari

1. Shixtaning o'rtacha miqdori qanday aniqlanadi?
2. Kislorod sarfini aniqlashda kislorodning miqdori qanday aniqlanadi?
3. Oksid massasini aniqlash uchun qaysi natijalardan foydalaniladi?

5.2. Kislorodli konverteridan ajralayotgan

shlakni miqdori va tarkibini aniqlash

Avvalgi mashg'ulot natijalaridan foydalangan holda, shlakning miqdori va tarkibini aniqlash uchun boksit sarfini 0,6 kg (100 kg shixtaga) deb olamiz. Ohak miqdori sarfini x ga teng deb qabul qilsak, metallmas materiallar tarkibini 1- jadval orqali topamiz:

Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini, kg, aniqlaymiz:

Futrovka..... $0,25 \cdot 0,02 = 0,005$

Boksit..... $0,60 \cdot 0,01 = 0,006$

Ohak..... $0,85x \cdot 1,6155 + 0,035x$

Shlak qoldig'idagi SiO_2 miqdorini aniqlaymiz:

Metall shixta.....1,543

Futrovka..... $0,25 \cdot 0,05 = 0,0125$

Boksit..... $0,60 \cdot 0,10 = 0,06$

Ohaktosh..... $0,035 \cdot x \cdot 1,6155 + 0,035 \cdot x$

Shlak tarkibi

1-jadval

	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Cr_2O_3	S	MnO	P_2O_5	Fe_2O_3
Temir shixtasi	1,543	-	-	-	-	0,018	0,933	0,053	-
Futrovka	0,0125	0,005	0,175	0,0075	0,03	-	-	-	0,02
Boksit	0,06	0,025	-	0,324	-	0,0006	-	0,0005	0,15
Ohak	0,271	6,593	0,271	0,039	-	0,010	-	0,0078	0,027
Ja'mi	1,8865	6,623	0,446	0,3705	0,03	0,0286	0,933	0,0613	0,197

Shlakni negiziga e'tibor bergan holda $\text{CaO/SiO}_2 = 3,5$ ohakni sarfini hisoblaymiz

$$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = \frac{0,011 + 0,85x}{1,6155 + 0,055x} = 3,5$$

Bu yerda $x = 7,757 \text{ kg}$.

Endi 1- jadvaldan foydalangan holda, shlakni qoldig'i tarkibini oson aniqlaymiz.

	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Cr_2O_3
Kg.....	1,8865	6,623	0,446	0,3705	0,03
%.....	14,54	51,05	3,44	2,86	0,23
<i>davomi</i>					
	S	MnO	P_2O_5	Fe_2O_3	FeO
Kg.....	0,0286	0,933	0,0613	0,649	1,946
%.....	0,22	7,19	0,47	5,00	15,00

Temir oksidlanadi, kg:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ gacha} \dots\dots\dots 0,649 - 0,197 = 0,452$$

$$\text{FeO gacha} \dots\dots\dots 1,946$$

Bu yerda 0,197 kg –turli xil manbalardan kelib tushgan Fe_2O_3 miqdori.

Metall dan shlakka o'tgan temir

$$1,946 - 56 : 72 + 0,452 \cdot 112 : 160 = 1,514 + 0,319 = 1,833 \text{ kg.}$$

Yaroqli metallning chiqishi

$$100 - 5,645 - 0,5 - 1,0 - 1,833 = 91,022 \text{ kg.}$$

Bu yerda 5,645 – qo'shimchalarni yonishi, kg; 0,5 – shlak bilan chiqib ketadigan temir miqdori, kg; 1,0 – chiqindilar bilan yo'qotiladigan temir, kg; 1,833 – shlakda temir oksidlarini hosil bo'lishiga sarflanadigan temir, kg.

Temir oksidlanishiga ketadigan kislorod sarfi (oksidlar massasi va dastlabki element orasidagi farq orqali aniqlaymiz):

$$(1,946 - 1,514) + (0,649 - 0,319) = 0,762 \text{ kg.}$$

Xamma qo'shimchalarni oksidlanishiga sarflanadigan kislorod miqdori

$$5,607 + 0,762 = 6,369 \text{ kg.}$$

Nazorat savollari

1. Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini aniqlang.
2. Shlak qoldig'idagi SiO_2 miqdorini toping
3. Ohak sarfini qaysi usulda hisoblaymiz?
4. Yaroqli metallning chiqishini hisoblash qanday parametrlar orqali bajariladi?

5.3. Kislorod konverteridan ajralayotgan gazning tarkibini aniqlash

Vannaga berilayotgan kislorodni o'zlashtirish koeffitsientini 0,9 deb qabul qilganda, 100 kg cho'kindiga kerak bo'lgan texnik kislorod miqdori

$$6,369 \cdot 22,4 / (0,995 \cdot 0,9 \cdot 32) = 4,98 \text{ m}^3$$

1 t cho'kindiga sarflanadigan kislorod miqdori 49,8 m^3/t ga teng. Berilayotgan azotning miqdori

$$4,98 \cdot 0,005 = 0,025 \text{ m}^3 \text{ yoki } 0,031 \text{ kg ga teng.}$$

O'zlashtirilmagan kislorodning miqdori

$$(4,98 - 0,025) \cdot 0,05 = 0,248 \text{ m}^3 \text{ yoki } 0,354 \text{ kg ga teng.}$$

Texnik kislorodning massasi

$$6,359 + 0,031 + 0,354 = 6,754 \text{ kg ga teng.}$$

Endi ajralayotgan gazning tarkibi va miqdorini aniqlash mumkin.

	Kg	m^3	%
CO_2	$0,975 + 0,0048 + 0,537$ $= 1,517$	0,772	13,84
CO	5,584	4,467	80,05
H_2O	0,054	0,067	1,20
O_2	0,354	0,248	4,44
N_2	0,031	0,025	0,45
SO_2	0,004	0,001	0,02
Jami	7,544	5,580	100,0

Eritishning material balansi.

Keldi	kg	Olindi	kg
Cho'yan	77,000	Po'lat	91,022
Skrab	23,000	Metallni shlak bilan yo'qotilishi	0,500
Boksit	0,600	metallni chiqindilar bilan yo'qotilishi	1,000
Ohak	7,757	shlak	12,974
Futrovka	0,250	gazlar	7,544
Texnik O ₂	6,754	F ₂ O ₃	2,143
Jami	115,361	Jami	115,183
		Bog'lanmagan	- 0,18 kg

5.3.1. Kislorod konverterning asosiy o'lchamlarini aniqlash.

Konverterning ichki diametrik D_{VH} va tinch holatidagi suyuq vanna chuqurligi h , umumiy balandligi H , uning cho'kindisiga bog'liq.

Cho'kindi, t ... 50	100	150	200	250	300
D_{VH}, m3,3	4,2	4,93	5,5	6,2	6,9
h, m1,1	1,4	1,5	1,6	1,7	2,0
H_1/D_{VH}1,55	1,47	1,4	1,3	1,22	1,25

Konverter futrovkai qalinligi odatda konus qismi 508 – 888 mm; silindr qismi 711 – 990 mm; tubi 748 – 1220 mm deb qabul qilinadi.

Berilgan takliflarga asosan $D_{VH} = 4,93$ m va $H_1/D_{VH} = 1,4$ tanlanadi. bunda ishchi maydon balandligi

$$H_1 = 4,93 \cdot 1,4 = 6,9 \text{ m.}$$

Bo'yincha diametrini

$$D_g = 0,55 D_{VH} = 0,55 \cdot 4,93 = 2,7 \text{ m. deb olamiz.}$$

Bo'yincha qiyaligi $\alpha = 60^\circ$ ga teng bo'lganda, bo'yinchaning balandligi

$$H_g = 0,5(D_{VH} - D_g) \operatorname{tg} 60^\circ = 0,5(4,93 - 2,7) 1,732 = 1,93 \text{ m.}$$

Konverter xajmini soddalashtirilgan formula orqali topamiz.

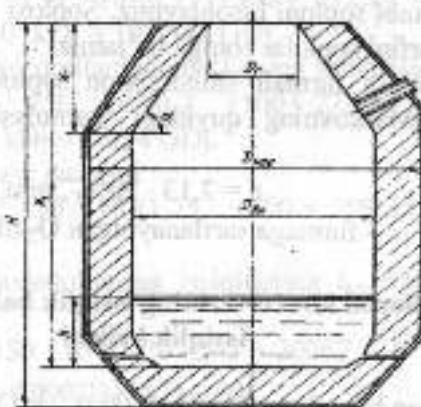
$$V = \frac{\pi D^2 m}{4} H = \frac{3,14 \cdot 4,93^2}{4} 6,9 = 131,65 \text{ m}^3.$$

Tub futrovkaining qalinligi $\delta_r = 1 \text{ m}$, kojux qalinligi $\delta_{kj} = 0,03 \text{ m}$ ga teng deb qabul qilganda, konverterning umumiy balandligini aniqlaymiz:

$$H = 6,9 + 1,0 + 0,03 = 7,93 \text{ m.}$$

Devorlar futrovkaining o'rtacha qalinligini $\delta_{r, o} = 0,85 \text{ m}$ ga teng bo'lganda, kojuxining qalinligi $\delta_{kj} = 0,03 \text{ m}$ ga teng bo'lganda, konverterning tashqi diametri

$$D_{tash} = 4,93 + 2 \cdot 0,85 + 2 \cdot 0,03 = 6,69 \text{ m ga teng.}$$



5.1.1. -rasm. Kislorod konverterining sxemasi Kislorod konverterining kislorod furmasini hisoblash

Material balansini hisoblashda 1 t cho'kindi uchun sarflangan texnik kislorodning miqdori $49,8 \text{ m}^3$ ga teng ekanligi topiladi. 150 t cho'kindiga sarflangan kislorodning hajmi $49,8 \cdot 150 = 7470 \text{ m}^3$ ga teng bo'lishi kerak. Puflash intensivligini $8,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s})$ deb qabul qilamiz. Bu orqali kislorodning sarfi $8,33 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 10^3 = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ekanini topamiz.

Bunda puflash jarayonining davomiyligi $7470 : 12,5 = 597,6 \text{ s}$ (9,96 min) ga teng bo'ladi.

Purkash jarayonlari orasidagi to'xtashlar davomiyligi 1080 s (18 min) deb qabul qilamiz. Demak, davrning umumiy davomiyligi $597,6 \pm 1080 = 1678$ s (27,96 min) ga teng.

150 t cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning umumiy miqdori $6,754 : 100 \cdot 150 \cdot 10^3 = 10131$ kg (bu yerda 6,754 kg – 100 kg cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning massasi, material balansdan olingan)ga teng. Uning 1 sekunddagi sarfi $10131 : 9,96 : 60 = 16,95$ kg/s ga teng.

7 - misolda keltirilgan usul bo'yicha, sexdagi texnik O_2 ning bosim kattaligiga asosan furma oldidagi O_2 bosimini aniqlaymiz. So'ngra 8 - misolda (konussimon soplo)ga va 9 - misolda (soplo lavlya)dagi kabi soploni hisoblaymiz. Soplosi ko'p bo'lgan furmada kislorodni sarfini soplolar soniga bo'lamiz.

Olti yuklash furmali silindrsimon soplo diametrini hisoblash uchun B.L. Markovning quyidagi formulasidan foydalanishimiz mumkin.

$$d = 7,13 \cdot 10^3 \sqrt{v_r} \text{ mm,}$$

bu yerda, v_r - furmaga sarflanayotgan O_2 ning sarfi, m^3/s .

5.3.2. Kislorod konverterining issiqlik balansini hisoblash.

Issiqlik kelishi

1. Cho'yan bilan keladigan issiqlik ($t_{ch} = 1300^\circ C$)

$$Q_{ch} = 150 \cdot 10^3 \cdot 0,77 [0,745 \cdot 1200 + 217,22 + 0,837(1300 - 1200)] = 138013 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 138,013 \text{ GDj.}$$

2. Skrap bilan keladigan issiqlik ($t_k = 20^\circ C$)

$$Q_k = 0,469 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 0,23 \cdot 20 = 342 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 0,342 \text{ GDj.}$$

3. Ekzotermik reaksiya issiqligi

$$C \rightarrow CO_2 \dots 0,002659 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 13596,80$$

$$C \rightarrow CO \dots 0,023930 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 10,47 = 37582,06$$

$$Si \rightarrow SiO_2 \dots 0,007200 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 33588,00$$

$$Mn \rightarrow MnO \dots 0,007230 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 7992,77$$

$$P \rightarrow P_2O_5 \dots 0,000230 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 25,00 = 862,50$$

$$S \rightarrow SO_2 \dots 0,000020 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 27,84$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 0,004520 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 4996,86$$

$$Fe \rightarrow FeO \dots 0,019460 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 14069,58$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 0,015000 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 16582,50$$

$$Q_{\text{exz}} = 129289,14 \text{ MDj} = 129,300 \text{ GDj.}$$

4. Shlak paydo bo'lishidagi issiqlik

$$SiO_2 \rightarrow (CaO)_2 SiO_2 \dots 0,01543 \cdot 150 \cdot 10^3 : 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 5369,142$$

$$P_2O_5 \rightarrow (CaO)_3 P_2O_5 \dots CaO \dots 0,00053 \cdot 150 \cdot 10^3 : 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 372,166$$

$$Q_{\text{shlab}} = 5741,308 \text{ MDj} = 5,741 \text{ GDj.}$$

5.3.3. Kislorod konverterining issiqlik balansini hisoblash.

Issiqlik sarfi

1. Po'latning fizik issiqligi

$$Q_{st} = 0,91022 \cdot 150 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 191946 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 191,946 \text{ GDj.}$$

2. Shlak bilan yo'qotiladigan po'latning fizik issiqligi

$$Q_{st-shl} = 0,005 \cdot 150 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 1054 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,054 \text{ GDj.}$$

3. Shlakning fizik issiqligi

$$Q_{shl} = 0,12974 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1600 + 209,35) = 42996 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 42,996 \text{ GDj.}$$

4. Gazsimon maxsulotlardan issiqlikning $t_{yx} = 1550^\circ C$ temperatura bilan chiqishi

$$Q_{yx} = 0,0558 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 2397,543 = 20067 \cdot 10^3 \text{ GDj.}$$

$$i_{CO_2, 50} \dots (0,1384 + 0,0002) 3545,34 = 491$$

$$i_{CO} \dots 0,8005 \cdot 2200,26 = 1761,308$$

$$i_{H_2O} \dots 0,012 \cdot 2758,39 = 33,107$$

$$i_{O_2} \dots 0,0444 \cdot 2296,78 = 101,977$$

$$i_{N_2} \dots 0,0045 \cdot 2170,55 = 9,767$$

$$i_{\text{gas}}^{\text{max}} = 2397,543 \text{ kDj/m}^3.$$

Gaz entalpiyasi $t_{yx} = 1550^\circ C$ ni II tenglama bo'yicha aniqlaymiz.

5. Fe_2O_3 bo'laklari bilan chiqayotgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz

$$Q_{Fe_2O_3} = 0,02143 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1600 + 209,36) = 6999 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 7,0 \text{ GDj}$$

6. Konverter bo'yinchasi orqali nurlanish bilan chiqayotgan issiqlik yo'qotilishi:

Purkash vaqtida

$$Q_{pur1} = 5,7 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30 + 273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 597,6 - 2400 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,4 \text{ GDj}$$

Vaqtincha to'xtatilgan vaqtida

$$Q_{pur2} = 5,7 \left[\left(\frac{1500 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30 + 273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 1080 - 3480 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 3,48 \text{ GDj}$$

Nurlanish bilan yo'qotiladigan issiqlik miqdori

$$Q_{nir} = 2,4 + 3,48 = 5,88 \text{ GDj}$$

7. Konverter futerovkai ushlab turadigan issiqlik. To'xtatib turilgan vaqtida konverterning ichki futerovkai soviydi. Bunda issiqlik bo'yincha orqali chiqib ketadi. Puflash vaqtida esa yana qiziydi. Ushbu kattalik oxirida farqlar usuli orqali hisoblanadi.

Hisob - kitobni soddalashtirish uchun futerovkaning ichki yuzasi harorati va qalinligini hamma joyda bir xil deb qabul qilamiz. ($\delta_{futerovka} = 0,9m$ yangisi uchun va $\delta_{qizilgan} = 0,45m$ eskirgan futerovka uchun). Eng ko'p yo'qotishlar futerovkaning yupqa joyida bo'lgani uchun hisobotda futerovkaning qalinligini $\delta_f = 0,45m$ deb qabul qilamiz.

$$F_{vm} = \pi D_{vm} H_1 + \pi D_{vm}^2 / 4 = 3,14 \cdot 4,93 \cdot 6,9 + 3,14 \cdot 4,93^2 / 4 = 125,9 \text{ m}^2$$

$$\alpha_{futerovka} = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28,6 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$Q_{qizilgan} = V_{futerovka} (\rho_f \cdot c_f \cdot t_f^{qizilgan} - \rho_f \cdot c_f \cdot t_f^{soviydi}) = 22,662 \cdot 3150 \cdot 920 (1220,3 - 1196,4) = 1380 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,38 \text{ GDj}$$

Bu yerda $V_f = F_{vm} \cdot 10 \cdot 0,018 = 22,662 \text{ m}^3$

$$t_f^{soviydi} = \frac{1409 + 1302 + 1289 + 1247 + 1242 + 1218 + 1186 + 1146 + 1104 + 1060}{10} = 1220,3^\circ C$$

$$t_f^{qizilgan} = \frac{1163 + 1242 + 1277 + 1284 + 1263 + 1232 + 1191 + 1148 + 1104 + 1060}{10} = 1196,4^\circ C$$

8.

$$Q_{qizilgan} = \frac{1500 - 30}{0,45 + 1} (3,14 \cdot 14 \cdot 6,69 \cdot 7,93 + 3,14 \cdot 6,69^2 / 4) \cdot 597,6 = 850 \cdot 10^3 \text{ mDj} = 0,85 \text{ GDj}$$

$$9. Q_{futerovka} = 348,9 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 5,8 \cdot 597,6 = 760 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 0,76 \text{ GDj}$$

Kelish	GDj	sarfi	GDj (%)
Fizik		Fizik issiqlik:	
issiqligi:	138,013(50,48)	Po'lat...	191,946
Cho'yan...	0,324(0,12)	Shlak bilan	(70,21)
Skrup...		yo'qotiladigan	
Ekzotermik	129,300(47,30)	po'lat...	1,054 (0,39)
reaksiya		Shlak...	42,996
issiqligi...		Gaz bilan chiqib	(15,73)
Shlak hosil	5,741 (2,10)	ketadigan shlak	
bo'lishidagi	273,378	Fe ₂ O ₃ zarrachalari	
issiqligi...	(100,0)	bilan chiqib	
Jami...		ketadigan issiqlik...	7,00 (2,56)
		Nurlanish bilan	
		yo'qotiladigan	5,48 (2,00)
		issiqlik...	
		Qoplama bilan	1,38 (0,50)
		ushlab turiladigan	
		issiqlik...	0,85 (0,31)
		Issiqlik uzatilishida	
		yo'qotiladigan	0,759 (0,28)
		issiqlik...	1,846 (0,68)
		Sovituvchi suv bilan	273,378
		yo'qotiladigan	(100,0)
		issiqlik...	
		Ortiqcha...	
		Jami...	

Nazorat savollari

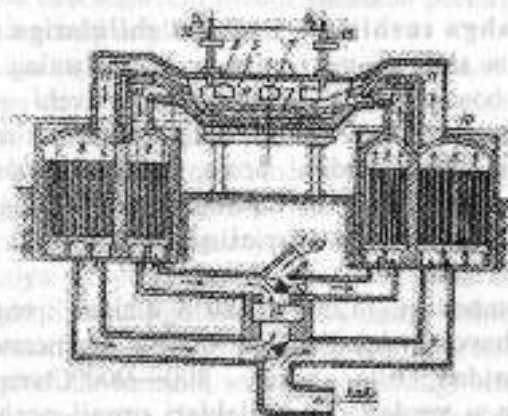
1. Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini aniqlang.
2. Shlak qoldig'idagi SiO₂ miqdorini toping.
3. Ohak sarfini qaysi usulda hisoblaymiz?
4. Yaroqli metallning chiqishini hisoblash qanday parametrlar orqali bajariladi?

5.4. Marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish usullari

Yuqorida qayd etilganidek, Bessemer va Tomas konvertorlarida po'lat ishlab chiqarish usullarining kamchiliklarini kamaytirish borasidagi izlanishlar marten usulining yaratilishiga olib keldi. Bu usul XIX asrning ikkinchi yarmida yaratildi (Rossiyada dastlabki Marten pechi 1869 yilda Sormov zavodida injener A. A. Iznoskov va usta YA. I. Plechkov tomonidan qurilgan bo'lib, uning sig'imi 2,5 t bo'lgan, xolos). Zamonaviy pechlarning sig'imi 200—900 t atrofida bo'lib, ularda uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan konstruksion po'latlar olinadi.

Marten pechining tuzilishi va ishlashi. Marten pechi (5.4.1.-rasm) alangali regeneratorli pech bo'lib, uning eng muhim qismi ish bo'shlig'i (kamerasi)dir. Asosli pechlarda uning tag qismi magnezit g'ishtidan terilib, sirtidan magnezit kukuni, kislotali pechlarda esa dinas g'ishtidan terilib sirtidan kvarts qum kukuni sepiladi. Pechning sirti po'lat list bilan qoplanadi. Uning devorining puxtaligi bo'yiga va kundalangiga tortilgan po'lat armaturalar bilan ta'minlanadi. Fosfori ko'p cho'yanlardan (Mf1, Mf2, MfZ markali) po'latlar olishda pechlar tebranadigan qilinib, oldirilgan holatda ajralayotgan ko'p miqdordagi shlakning ravon chiqishi ta'minlanadi.

Pechning old devorida shixta materiallarini kiritish uchun bir necha yuklash darchalari bo'ladi (pechni ishlash vaqtida darchalar maxsus to'sqich bilan berkitiladi va unga o'rnatilgan oyqa orqali jarayonning kechishi kuzatiladi), darchalardan namuna metalli olinadi va yuqori fosforli shlak chiqariladi. Orqa devorida esa suyuq metall va shlakni pechdan chiqarish uchun maxsus teshik bo'lib, ularga novlar o'rnatilgan.



5.4.1. - rasm. Marten pechining sxemasi:

1 — suyaklantirilgan metall; 2 — shlak; 3 — pech shipi; 4 — pechning tubi; 5 — pechning orqa devori; 6 — pechning old devori; 7 — shixta kiritiladigan darcha; 8 — gaz regeneratorlari; 9 — havo regeneratorlari; 10 — sirtqi ish sathi; 11, 11' — pechga haydaluvchi havo kiritiladigan va yonish maqsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 12, 12' — pechga haydaluvchi gaz kiritiladigan va yonish maqsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 13 — klapan; 14 — mo'ri; 15 — suv bilan sovutib turiluvchi kislorod furmasi.

Pech ishlayotganda bu teshik o'tga chidamli tiqin bilan berkitiladi. Pechning yon devorlarida qizdirilgan yonuvchi gaz va havoni pechning ish bo'shliqlariga kirituvchi kallaklari bo'ladi. Kallaklarga gorelka, mazutda ishlaganda esa forsunka o'rnatiladi. Pechning old qismida esa pol satxidan ancha pastroqda juft regenerator 5, 9 o'rnatiladi. Regeneratorlar bilan pechning ish bo'shliqlari oralig'ida esa «shlakoviko» deb ataluvchi kameralari bo'ladi. Metallurgiya zavodlarida 250—500tli pechlar ko'proq tarqalgan. Ular vannasining o'lchami 20x6 m gacha bo'lib, tag yuzi 115 m² ga yetadi. Ma'lumki, bu pechlar uzluksiz ishlaydi. Ko'pincha 400—600 marta po'lat olingandan keyin kapital remont qilinadi.

Pechni ishga tushirish. Pech bo'shliqlariga shixta materiallari ma'lum tartibda yuklangandan keyin uning kanallaridagi gorelkalarga bosim ostida qizdirilgan yonuvchi gaz va havo yuborilib kamerada yondiriladi. YONISH mahsulotlari o'z yo'lida shixta materiallarini qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklar kanallari orqali sovuq regeneratlarning katak-katak kanallaridan o'tib pech devorlarini qizdirib mo'riga yoki bur qozonlariga chiqariladi.

Chap tomondagi 1250—1280°S qizigan regeneratlarga sovuq gaz va havo haydaladida, ular qizigan regeneratlarning vertikal kanallaridan o'ta borib, 800—900°C temperaturagacha qiziydi, keyin u yerdan o'z kallaklari orqali pech kamerasiga o'tib yonadi. Yonayotgan gaz va havo oqimi shixtani qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklar orqali sovgan juft regeneratlarga o'tib ularni ham qizdiradi. Gaz va havo oqimining harakat yo'nalishi klapanlar 13 orqali har 20—25 minutda avtomatik ravishda boshqariladi. Agar marten pechlari suyuq yoqilg'i (mazut)da ishlasa, faqat havoni qizdirish regeneratrigina o'rnatilgan bo'ladi.

Asosli marten pechlarida shixta tarkibiga ko'ra po'latlarni skrap-rudali va skrap usullarda olinadi.

5.4.1. Po'latlarni skrap-rudali usulda ishlab chiqarish

Bu usuldan domna pechlari bo'lgan po'lat ishlab chiqaruvchi metallurgiya zavodlarida foydalaniladi, chunki bunda shixtaning 60—75% temir-tersak (skrap) chiqindilardan, qolgani suyuq cho'yardan iborat bo'ladi. Flyus sifatida esa ohaktoshdan foydalaniladi.

Bu usulda ishlovchi pechni ishga tushirishdan avval uning ish qismining ishga yaroqliligi kuzatiladi. Basharti avvalgi ishlovlarda yorilgan, yemirilgan joylari bo'lsa, ular maxsus mashina yordamida magnezit yoki dolomit kukunlari bilan qoplanadi. Keyin pechning shlak va po'lat chiqaradigan teshigi o'tga chidamli tiqin bilan berkitiladi. Jarayon quyidagicha kechadi: pechga shixta materiallar yuklanadi. Bunda yuklash mashinasi yordamida ma'lum miqdorda temir ruda, ohaktosh, keyin metall

chiqindi, mulda deb ataluvchi metall yashikda pechning old devoridagi yuklash darchasi orqali solinadi.

Ular obdon qizigach pechga qayta ishlanuvchi cho'yan quyiladi. Suyuq cho'yan tarkibidagi Si, R, Mn va qisman S lar temir ruda kislorodi bilan oksidlana boradi hamda bu oksidlar ohak bilan o'zaro birikib shlak ajrala boshlaydi. Metallidagi F ni shlakka o'tkazish uchun shlak pechdan chiqarilgach pechga ma'lum miqdorda boksit qo'shilgan ohaktosh kiritiladi. Bu sharoitda yuqorida qurilgan reaksiya bo'yicha metallidagi P shlakka o'tadi. Jarayon oxirida vaqti-vaqti bilan namunalar olib, uning tarkibi va xossalari ekspress laboratoriyada kuzatib boriladi. Kutilgan tarkibga kelgach, pechga qaytaruvchilar kiritilib, so'ngra nov teshigi ochilib u kovshga chiqariladi. Bu variantda faqat sifati pastroq uglerodli po'latlar olinadi. Lekin temirning temir rudadan qaytarilishi hisobiga po'lat miqdori bir oz ortadi.

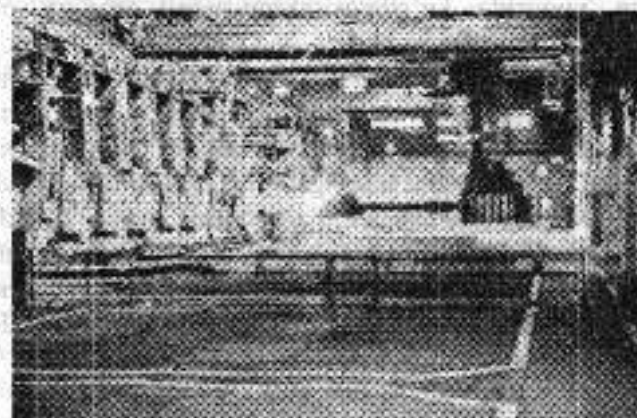
2. Po'latlarni skrap usulda ishlab chiqarish. Bu usuldan domnalari bo'lmagan kichik metallurgiya va mashinasozlik zavodlarida foydalaniladi. Bunda shixtani 55—75% temir-tersak chiqindilar, qolgani qayta ishlanadigan qattiq (chushka) cho'yandan iborat bo'ladi. Jarayonni tezlatish maqsadida pechga ozroq temir ruda, flyus sifatida ma'lum miqdorda ohaktosh kiritiladi.

Jarayon yuqorida ko'rilgan skrap-rudali usuliga o'xshash kechadi. Pechni ishga tushirishdan avval unga temir-tersak chiqindi (skrap)larning yarmi, keyin esa metall massasining 3—5% hisobida ohaktosh, qolgan temir-tersak chiqindilar va qattiq cho'yan solinadi.

Shixta to'la suyuqlargacha pech gazlaridagi kislorod hamda metallidagi erigan FeO ning kislorod hisobiga Si, R, Mn lar oksidlanadi. SiO₂, MnO, SaO oksidlar birikib, natijada shlak hosil bo'ladi. Vanna temperaturasi zarur temperaturaga ko'tarilgach S jadal oksidlanib metall gazlardan va nometall qo'shimchalardan tozalana boradi. Yuqoridagidek metallidagi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi. Kutilgan tarkibli po'lat pechdan kovshlarga novlari orqali chiqariladi.

5.4.2. Nordon marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish

Bu usuldan yuqori sifatli konstruksiya va legirlangan po'latlar olishda foydalaniladi. Kislotali marten pechining tuzilishi asosli marten pechining tuzilishiga o'xshash bo'lib, devori esa o'tga chidamli dinas g'ishtidan teriladi. Lekin bu xol eritilayotgan shixtadagi S va R ni tozalash uchun flyus sifatida ohaktoshni pechga kiritishga imkon bermaydi. Shu sababli faqat tarkibida S va $R < 0,02-0,03\%$ bo'lgan toza shixtalardan foydalanish kerak. Amalda ko'pincha po'lat avval odatdagi shixta asosli pechda, keyin kislotali pechda ishlanib kutilgan tarkibga keltiriladi. Flyus sifatida kvarsidan yoki kislota xarakterli marten shlakdan foydalaniladi. Pechga kiritilgan shixta materiallari suyuqlanayotgan vaqtdan boshlab, asosli marten pechlaridagi kabi uning tarkibidagi Fe, Si, Mn, R elementlar oksidlana boshlaydi. Bu oksidlar o'zaro birikib dastlabki, yuqori kremniyli ($40-60\% \text{SiO}_2$) shlak ajralib metall sirtiga ko'tarilib uni pech bo'shliqlaridagi azotga, vodorodga va kislorodga to'yinishdan saqlaydi. Pechga kiritilgan temir ruda tarkibidagi kislorod hisobiga uglerodning oksidlanishi zarur tarkibli po'lat olinguncha davom ettiriladi.



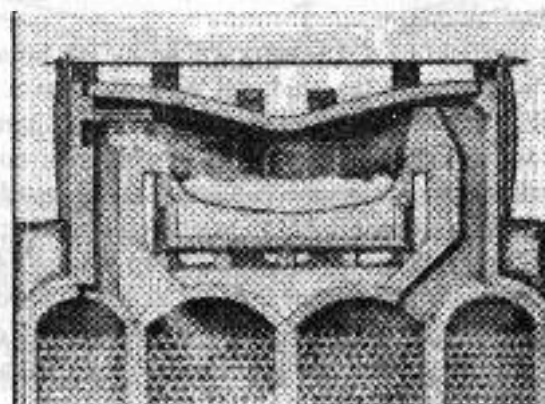
5.4.2.-rasm. Marten pechining umumiy ko'rinishi.

Kislotali pechlarda po'lat olishning xarakterli xususiyati shundaki, birinchidan shixtada S va R lar miqdorining ozligi bo'lsa, ikkinchidan FeO tarkibidagi Fe qaytaruvchi moddalar vositasida emas, balki go'vori temperaturada shlakdan hamda pech devoridan uglerod va temir hisobiga qaytarilgan Si vositasida qaytariladi.

Uchinchidan kislotali shlakdan olingan po'lat asosli pechlarda olingan po'latlarga qaraganda azotga, vodorodga, kislorodga kam to'yingan bo'lib, tarkibida metallmas qo'shimchalar miqdori ham kam bo'ladi. Shuning uchun bu po'latlar yuqori mexanik xossalarga egadir.

5.4.3. Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularni oshirish yo'llari

Marten pechlarining ish unumi pech tagligining xar bir kvadrat metr yuzasidan bir sutkada olingan po'lat va uni olishga sarflangan shartli yoqilg'i miqdori bilan belgilanadi. Hozirgi vaqtda pech tubining xar bir m^2 yuzasidan bir sutkada o'rtacha $8-12 \text{ t}$ gacha po'lat olinib, xar bir tonna po'lat uchun $80-100 \text{ kg}$ gacha shartli yoqilg'i sarflanadi. Marten pechlarida har xil tarkibli shixta materiallaridan turli markali uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan po'latlar olinishi uning afzalligi, jarayonni uzoq vaqt davom etishi ($8-10$ soat) va yoqilg'ining ko'p sarflanishi esa kamchiligi hisoblanadi.



5.4.3.-rasm. Marten pechining ishlash prinsipi.

Pechlarning ish unumini oshirish maqsadida shixta materiallarni suyultirishga yaxshilab tayyorlash, ularni pechga yuklashni mexanizatsiyalashtirish, jarayonni avtomatik boshqarish, ayniqsa tabiiy gaz va kisloroddan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, pechga xaydalayotgan havoning 30% kislorodga to'yintirilsa, jarayonning tezlashishi hisobiga ish unumi 20% ga ortib, yoqilg'i sarfi 10—15% ga kamayadi.

Keyingi yillarda yuqori sifatli arzonroq po'latlar olishda kombinirlangan, ya'ni avval po'lat asosli pechda olinib, keyin esa uni kislotali pechda qayta ishlash usullarini qo'llash yaxshi samara bermoqda.

5.4.4. Ikki vannali marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish

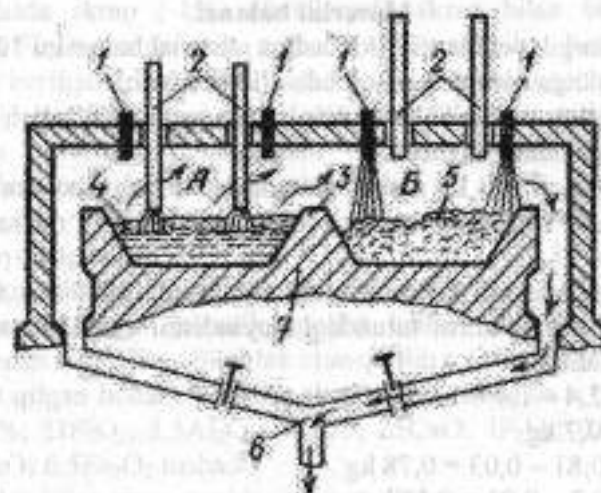
Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, odatdagi marten pechlarining ish bo'shlig'ida ajralayotgan issiqlikning 20—25%igina shixta materiallari va shlakni qizdirishga sarflanadi. (~50—55% pech gazlar bilan, 20—25% esa suv bilan sovitiluvchi o'tga chidamli g'ishtdan terilgan devorlarga o'tadi). Shu boisdan, issiqlikdan to'laroq foydalanish yo'lidagi izlanishlar ikki vannali pechlarning yaratilishiga olib keldi. Mamlakatimizda 1965 yildan boshlab ikki vannali pechlardan (Magnitogorsk, Cherepovetsk va boshqa metallurgiya kombinatlarida) foydalanilmoqda.

Pechning tuzilishi (5.4.4.-rasm). Pechning ish bo'shlig'ini suv bilan sovitib turiladigan o'tga chidamli to'siq 7 bilan A va B qismlarga ajratiladi. Pech shipi esa ajraladigan qilinib, ularning har biri o'z yuklash darchalariga, po'lat va shlak chiqarish novlariga ega. Jarayonda ajralayotgan gaz esa mo'ri 6 orqali chiqib ketadi.

Pechning ishlashi. Pechning o'ng yog'idagi B qismiga yuklangan shixta materiallar qizdirilayotgan vaqtda chap yoki A vannadagi suyuq metall sathiga o'z furmalari 2 orqali kislorod haydab turiladi, bunda ajralayotgan gaz B vannaga yo'naltiriladi va u erda uglerod (II)-oksidi (SO) to'la yonadi. Natijada vanna temperaturasi ko'tarilib

undagi shixta materiallar shiddatli qiziy boshlaydi. A vannadagi metall kutilgan tarkibga kelganda po'lat va shlak o'z novidan kovshga chiqarila boshlaydi. So'ngra qattiq shixta materiallar yuklanadi. Ayni vaqtda qizib turgan B vannaga qayta ishlanuvchi cho'yan quyiladida suv bilan sovitib turiladigan o'z furmasidan kislorod haydaladi. Ajraluvchi gaz endi A vannaga yo'naltiriladi. Jarayon shu yo'sinda davom etadi. Natijada issiqlikdan to'laroq foydalaniladi.

Gaz yo'nalishi maxsus moslama (shiber)lar yordamida o'zgartiriladi. Agar shixtada 50% dan ortiq suyuq cho'yan bo'lsa, yoqilg'i sarflamay jarayonni olib borish mumkin, bunda jarayon kislorod konvertorlarda kechuvi jarayonlar kabi, ammo ulardan sustroq kechadi. Konstruksiyasining oddiyligi, ish unumining bir vannali pechlarga qaraganda 1,5—2 marta ortiq, yoqilg'ining 4—6 marta kam sarflanishi tufayli bu pechlardan keng foydalaniladi. 8- jadvalda turli usullardan po'lat olishdagi ayrim ko'rsatkichlar keltirilgan.



5.4.4.-rasm. Ikki vannali marten pechining ishlash sxemasi:

1 — gorelka; 2 — kisloroya furmasi; 3 — suyuqlantirilgan metall;
4 — shlak; 5 — qattik shixta; 6 — mo'ri; 7 — to'siq.

5.4.5. Marten pechining texnologik jarayonini hisoblash. Marten pechining material balansi hisoblash.

Ishchi sig'imi 50 tn bo'lgan marten po'lat eritish pechini hisoblash.

Dastlabki ma'lumotlar.

Eritishga mo'ljallangan xom – ashyo komponentlarning miqdori va tarkibi.

Cho'yan (65%)...	3,6	1,0	0,9	0,85	0,04
Skrup (35%)...	0,18	-	0,46	0,05	0,04
O'rtacha tarkib...	2,4	0,7	0,81	0,2	0,05
Eritilgandan so'ng...	1,4	-	0,03	0,02	0,04
Eritishdan oldin...	0,17	-	0,05	0,02	0,03

Marten po'lat eritish pechini hisoblashga quyidagilar kiradi:

1. Material balansini hisoblash.
2. Issiqlik balansini hisoblash.
3. Eritish bosqichlarida yoqilg'i sarfini hisoblash.

Material balansi.

Metallurgik pechlarni hisoblashga material balansini 100 kg olingan maxsulotga nisbati 2 bosqichda olib boriladi:

1. Bosqich to'ldirishdan to'liq eritishgacha II bosqich eritishdan po'latni oksidlantirishgacha.

1 – bosqich. 100 kg metall shixtasidan 67 kg cho'yan va 33 kg skrup tashkil topganini hisobga olib, shixtaning o'rtacha tarkibini aniqlaymiz.

Vannani texnik kislorod bilan tozalashda 10% S → SO₂ gacha oksidlanadi va ta'mirni tutundagi quyindisini esa 1% gut eng deb belgilab olamiz.

$$C \dots 2,4 - 1,4 = 1,0 \text{ kg}$$

$$Si \dots 0,7 \text{ kg}$$

$$Mn \dots 0,81 - 0,03 = 0,78 \text{ kg}$$

$$P \dots 0,2 - 0,02 = 0,18 \text{ kg}$$

$$S \dots 0,04 - 0,03 = 0,01 \text{ kg}$$

$$Fe \dots (\text{munda}) \dots 0,500 \text{ kg}$$

$$\text{Umumiy} \dots 2,609 \text{ kg}$$

Bundan kislorod sarfi va hosil bo'lgan oksidlarni miqdorini aniqlaymiz

Kislorod sarfi: kg	hosil bo'lgan oksid, kg
$C \rightarrow CO \dots 1,0 \cdot 16 : 12 = 1,33$	$1,0 + 1,33 = 2,33$

$Si \rightarrow SiO_2 \dots 0,7 \cdot 32 : 28 = 0,8$	$0,7 + 0,8 = 1,5$
$Mn \rightarrow MnO \dots 0,78 \cdot 16 : 55 = 0,22$	$0,78 + 0,22 = 1$
$P \rightarrow P_2O_5 \dots 0,18 \cdot 80 : 62 = 0,23$	$0,18 + 0,23 = 0,41$
$Fe_{\text{munda}} \dots 0,5 \cdot 48 : 112 = 0,21$	$0,5 + 0,21 = 0,71$
$S \rightarrow SO_2 \dots 0,001 \cdot 32 : 32 = 0,001$	$0,001 + 0,001 = 0,002$
	2,386

Marten pechidan ajralayotgan shlak miqdorini aniqlash

Shlak miqdori va tarkibini hisoblash uchun quyidagi hisob – kitoblarni o'tkazish kerak.

To'ldirish vaqtida skrup bilan birga 2%loy shaklidagi ifloslanish quyidagi tarkibda 52% SiO₂, 25% Al₂O₃, 23% H₂O keladi.

Bundan kelib chiqib quyidagi iflosliklarni olib keladi, kg;

$$SiO_2 \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,52 = 0,364$$

$$Al_2O_3 \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,25 = 0,1750$$

$$H_2O \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,23 = 0,161 \text{ 0,7 kg}$$

Odatda skrup (-1%) oksidlanadi, skrup bilan birga 0,35 kg okalina Fe₂O₃ ko'rinishda tushadi. Cho'yan bilan birga mikserdan qaysiki berilgan hisoblashlarda 0,5 ga teng deb olingan shlak miqdori quyidagi tarkibda tushadi: 46%CaO, 8%Al₂O₃, 6%MgO, 2%S, shlakka olovbardosh materialni ma'lum miqdori o'tadi, qaysiki yoyilishiga teng deb qabul qilganmiz, kg;

	I davr	II davr	plavkaga
Kuydirilgan dolomit	1,3	0,4	1,7
Magnezitxromit	0,1	0,1	0,2

Texnologiyaga muvofiq po'lat ishlab chiqarishda cho'yanni quyigandan so'ng 5 – 6% shlak chayqatilib to'kiladi. Qabul qilamizki, nazorat qilgan holda 6% shlak chayqatilib olinishda u bilan quyidagi tarkib %; 21SiO₂; 3,5Al₂O₃; 4MnO; 25CaO; 4P₂O₅; 0,3S; 0,1Cr₂O₃; 27,6 FeO; 6,5Fe₂O₃ tushadi.

Shlak bilan birga quyidagilar ketadi: kg

$$SiO_2 \dots 6,0 \cdot 0,210 = 1,210 = 1,260$$

$$Al_2O_3 \dots 6,0 \cdot 0,035 = 0,210$$

$$MnO \dots 6,0 \cdot 0,04 = 0,240$$

$$MgO \dots 6,0 \cdot 0,080 = 0,480$$

$$CaO \dots 6,0 \cdot 0,250 = 1,500$$

$$P_2O_5 \dots 6,0 \cdot 0,040 = 0,240$$

$$S \dots 6,0 \cdot 0,003 = 0,018$$

$$Cr_2O_3 \dots 6,0 \cdot 0,001 = 0,006$$

$$FeO \dots 6,0 \cdot 0,276 = 1,656$$

$$Fe_2O_3 \dots 6,0 \cdot 0,065 = 0,39 \quad 6,00 \text{ kg}$$

Shlak bilan birga $1,5 : 0,53 = 2,83 \text{ kg}$ ohaktosh yo'qoladi.

Ohaktosh sarfini X deb belgilab, ohaktoshning umumiy sarflani-shini silkinish natijasida shlak bilan yo'qolishi $(2,83) \text{ kg}$ ga teng deb quyidagilarni topamiz;

$$SiO_2 \text{ kelishi, kg;}$$

$$\text{Metall shixtasi} \dots 1,393$$

$$\text{Dolomit} \dots 1,4 \cdot 0,02 = 0,028$$

$$\text{Magnezitoxromit} \dots 0,1 \cdot 0,06 = 0,006$$

$$\text{Ifloslangan skrap} \dots 0,364$$

$$\text{Mikserlangan shlak} \dots 0,5 \cdot 0,38 = 0,19$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,02 = 0,0566 + 0,02x$$

Al_2O_3 kelishi, kg;

$$\text{Dolomit} \dots 1,4 \cdot 0,02 = 0,028$$

$$\text{Magnezitoxromit} \dots 0,10 \cdot 0,04 = 0,004$$

$$\text{Ifloslangan skrap} \dots 0,175$$

$$\text{Mikserlangan shlak} \dots 0,5 \cdot 0,08 = 0,040$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,003 = 0,85 + 0,085 + 0,003x$$

$$\text{Metal shixtasidan}$$

$$MnO \text{ kelishi, kg} \dots 0,981$$

$$MgO \text{ kelishi, kg} \dots$$

$$\text{Dolomit} \dots 1,4 \cdot 0,36 = 0,504$$

$$\text{Magnezitoxromit} \dots 0,1 - 0,66 = 0,03$$

$$\text{Mikserlangan shlak} \dots 0,5 \cdot 0,06 = 0,03$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,02 = 0,0566 + 0,02x \quad 0,6566 + 0,02x$$

CaO kelishi, kg

$$\text{Dolomit} \dots 1,04 \cdot 0,55 = 0,77$$

$$\text{Magnezitoxromit} \dots 0,1 \cdot 0,02 = 0,002$$

$$\text{Mikserlangan shlak} \dots 0,5 \cdot 0,46 = 0,23$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,53 = 1,5 + 0,53x \quad 2,502 + 0,53x$$

P_2O_5 kelishi, kg;

$$\text{Metall shixtasi} \dots 0,330$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,007 = 0,019 = 0,019 + 0,007x \quad 0,349 + 0,007x$$

S kelishi, kg;

$$\text{Metall shixtasi} \dots 0,093$$

$$\text{Mikserlangan shlak} \dots 0,5 \cdot 0,02 = 0,010$$

$$\text{Ohaktosh} \dots (2,83 + x) \cdot 0,001 = 0,0283 + 0,001x \quad 0,1313 + 0,001x$$

Cr_2O_3 kelishi, kg;

$$\text{Magnezitoxromit} \dots 0,1 \cdot 0,12 = 0,012$$

Amaliyot natijalarini hisobga olgan holda shlak tarkibida 16% FeO va 6% Fe_2O_3 bor deb, shlakni to'kilishini hisobga olib, uni I - davr oxiridagi miqdor formulasini tuzamiz; kg;

$$SiO_2 \dots 2,0376 + 0,02x - 1,260 = 0,7776 + 0,02x$$

$$Al_2O_3 \dots 0,2555 + 0,003x - 0,210 = 0,0455 + 0,003x$$

$$MnO \dots 0,981 - 0,240 = 0,741$$

$$MgO \dots 0,6566 + 0,02x - 0,480 = 0,1766 + 0,02x$$

$$CaO \dots 2,502 + 0,53x - 1,500 = 1,002 + 0,53x$$

$$P_2O_5 \dots 0,349 + 0,007x - 0,240 = 0,109 + 0,007x$$

$$S \dots 0,01313 + 0,001x - 0,018 = 0,1133 + 0,001x$$

$$Cr_2O_3 \dots 0,012 - 0,06 = 0,006$$

$$FeO \dots 0,06 L_{sh}$$

$$Fe_2O_3 \dots 0,06 L_{sh}$$

$$L_{sh} = 0,22 L_{sh} + 2,971 + 0,581x \text{ yoki } L_{sh} = 3,809 + 0,745x$$

Shlakni asosini I davr oxirida 2,6 ga teng bo'lib ohaktosh sarfini belgilovchi tenglamani topamiz.

$$B = \frac{CaO}{SiO_2} = \frac{1,002 + 0,53x}{0,7776 + 0,02x} = 2,6$$

$$\text{Bundan } 1,002 + 0,53x = 2,02 \cdot 76 + 0,052x$$

$$\text{Yoki } x = 2,13$$

Bundan shlak miqdorini topishimiz mumkin.

$$L_{sh} = 3,809 + 0,745 \cdot 2,13 = 5,398$$

Shlakni oxirgi tartibi va miqdori tashkil qiluvchilar

	Massa, kg	tartibi %
SiO_2	0,9328	15,58

Al ₂ O ₃	0,0371	0,62
MnO	0,8421	14,06
MgO	0,2107	3,52
CaO	2,4254	40,52
P ₂ O ₅	0,1063	1,78
S	0,1081	1,82
Cr ₂ O ₃	0,0068	0,10
FeO	0,9579	16,00
Fe ₂ O ₃	0,3592	

$$L_{sh} = 5,396$$

Ohaktoshning umumiy sarfi $2,83 + 2,13 = 4,96$ kg

Shlakning umumiy miqdori $6 + 5,396 = 11,396$ kg

Temirni eritishning birinchi davridan balansini 1—chi jadvalda topamiz.

Oksidlanadigan Fe miqdori $0,232 + 1,949 = 2,181$

Temirni oksidlanishiga kislorod sarfi Fe₂O₃ gacha

$0,232 \cdot 48 : 112 = 0,099$ kg FeO gacha $1,949 \cdot 16 : 56 = 0,557$

Pech atmosferasidan vannaga kislorodni umumiy sarfini 10% ini tushishini hisobga olib, oxirgi miqdorini topamiz.

$$9,0175 + 0,099 + 0,557 + 0,1 = 4,04 \text{ kg}$$

Temirni eritishning I davrdagi balansi.

Manba	Fe ₂ O ₃ dan, kg	FeO dan, kg
Dolomit	$1,3 \cdot 0,003 \cdot 0,7 = 0,0027$	-
Magnezitoxromit	$0,1 \cdot 0,10 \cdot 0,7 = 0,007$	-
Ohaktosh	$5,07 \cdot 0,002 \cdot 0,7 = 0,007$	-
Skrup quyundisi	$0,35 \cdot 0,7 = 0,245$	-
Jami	0,2617	-
Shlak ajratib olishdagi yo'qolish	$0,39 - 0,7 = 0,2731$	$6,56 \cdot 0,78 = 1,292$
Shlakda qoladigani	0,494	1,999
Po'latga o'tadigani	$0,2617 - 0,494 = 0,232$	- 1,942

Vannani 1—davrida massa almashinuvi darajasini aniqlashishi va qizdirishni notekisligi o'rganib vannaga birikadigan kislorodni

o'zlashtirish ko'effitsientini 0,9 ga teng deb qabul qilamiz, u holda texnik kislorodni sarfi quyidagini tashkil qiladi.

$$\frac{4,04 \cdot 22,4}{0,95 \cdot 0,5 \cdot 32} = 3,3 \text{ m}^3$$

Toza kislorod sarfi: $4,04 \cdot 22,4 / 32 = 2,828 \text{ m}^3$

Toza kislorod sarfi o'zlashtirma ko'effitsientini hisobi bilan

$$2,828 / 0,9 = 3,142 \text{ m}^3$$

O'zlashtirilgan kislorod miqdori;

$$3,142 - 2,828 = 0,314 \text{ m}^3 \text{ yoki } 0,486 \text{ kg}$$

Texnik kislorod bilan birikadigan azot miqdori:

$$3,3 - 3,142 = 0,1583 \text{ yoki } 0,197 \text{ kg}$$

Vannaga birikadigan kislorod miqdori,

$$4,04 + 0,486 + 0,197 = 4,723 \text{ kg}$$

S'alak ajratib olishda u bilan ketadigan metall hisobini yillik chiqishi.

$$100 - 2,609 - 2,33 - 0,7 - 0,35 - 0,5 - 0,6 = 92,911$$

1 davrni borishida vannadan gazlarni ajralishi, kg.

	CO ₂	H ₂ O
Shlak ifloslanishi	-	0,161
Ohaktosh	$4,96 \cdot 0,415 = 2,058$	$4,96 \cdot 0,0083 = 0,041$
Dolomit	$1,3 \cdot 0,025 = 0,0325$	$1,3 \cdot 0,022 = 0,0286$
	2,0905	0,2307

Marten pechida eritish davrining I davridagi material balansi

Metalli shixta 100,00	metall ... 92,911
Ohaktosh 4,96	shlak bilan yo'qoladigan metall... 0,6
O ₂ pech atmosferasi... 0,035	shlak... 61,396
Magnezitoxromit... 0,1	CO, 11,396
Texnik kislorod... 4,723	H ₂ O, 0,8307
	111,118
CO ₂ 2,0905	
O'zlashtirilmagan O ₂ ... 0,486	
N ₂ ... 0,197	
SO ₂ ... 0,093	
Fe ₂ O ₃ ... 0,714	110,257 farq 0,8

II davr

IV davrda material balansini hisoblashda eritish jarayonini po'latni eritishdan kisloroddan tozalashgacha bo'lgani I davrdagi kabi olib boriladi. Hisoblashlar natijasini jadval ko'rinishida tasvirlaymiz.

Eritishning II davridagi material balansini.

Metall 92,18	po'lat 1,119
Shlak 5,996	shlak bilan yo'qoladigan metall...0,134
Dolomit ...0,04	CO.....3,467
Magnezitoxromit...0,1	CO ₂0,014
O ₂ pech atmosferasi...0,127	SO ₂0,008
Texnik kislorod...3,465	Fe ₂ O ₃0,852 101,9
N ₂0,122	
O'zlashtirilmagan O ₂ ...0,176	
H ₂ O0,005	
Bog'lanmagani102,53	
Faq 0,6	

Marten pechining eritish davrining material balansini

Kelib tushdi, kg.		Olindi, kg.	
Metall shixtasi	100,00	po'lat	91,119
Ohaktosh	4,96	Shlak	12,628
dolomit	1,700	Shlak bilan yo'qotiladigan metall	0,734
magnezitoxromit	0,200	CO	6,28
pech atmosferasidagi kislorod	0,497	CO ₂	2,15
texnik kislorod	8,178	SO ₂	0,101
115,535		N ₂	0,33
		O'zlashtirilmagan kislorod	0,664
		H ₂ O	0,0786

	Fe ₂ O ₃ (tutunda)	1,571
		115,655

Marten pechidan ajralayotgan issiqlik balansini

Issiqlik kelishi.

1. Skrap bilan keladigan issiqlik

$$Q_{sk} = C_{sk} D_{sk} G_{t_{sk}} = 0,469 \cdot 0,33 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 20 = 1238,16 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,23 \text{ gDj}$$

Bu yerda: $C_{sk} = 0,469 \text{ kDj (kg} \cdot \text{m)} - t_{sk} = 20^\circ\text{C}$ dagi skrapning solishtirma issiqlik sig'imi.

2. Cho'yan bilan keladigan issiqlik

$$Q_2 = GD_2[C^k_2 t_2 + L_2 + G^s_2 (t_2 - t_{s2})] = 400 \cdot 10^3 \cdot 0,67[0,745 \cdot 1200 + 217,72 + 0,837 (1300 - 1200)] = 320,375 \text{ gDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyadagi issiqlik

$$C \rightarrow CO_2 \dots 0,02405 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 327945,8$$

$$Si \rightarrow SiO_2 \dots 0,00650 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 80860$$

$$Mn \rightarrow MnO \dots 0,00680 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 20046,4$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 0,00100 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 2948$$

$$P \rightarrow P_2O_5 \dots 0,00129 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 2500 = 12900$$

$$S \rightarrow SO_2 \dots 0,00012 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 445,44$$

$$Fe \rightarrow FeO \dots (0,001940 + 0,00053) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 38425,04$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots (0,00232 + 0,00018) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 6308,72$$

$$Q_{exz} = 489879,4 = 489,879 \text{ gDj}$$

4. Shlakdagi issiqlik

$$SiO_2 \rightarrow (CaO)_2 SiO_2 \dots 0,01393 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 12921,2$$

$$P_2O_5 \rightarrow (CaO)_3 P_2O_5 - CaO \dots 0,033 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 1181,8$$

$$Q_{shv} = 14,103 \text{ gDj} = 14103 \text{ mDj}$$

Tabiat gazining yig'indisidagi shlak

$$Q_{12} = 35069,6 \text{ V} \cdot \text{kDj}$$

6. Tabiat gazi va CO ni yoqishga ketadigan ishchi qismga havo bilan keladigan issiqlik.

$$Q_{\text{lavon}} = (V_k^2 \cdot V + D_{CO} \cdot G : M_{CO} \cdot 22,4 \cdot V_{CO}) C_{x,t_x} = (9,28 \cdot V + 0,06279 \cdot 0,06279 \cdot 400 \cdot 10^3 : 28 \cdot 22,4 - 22,4 \cdot 2,38) \cdot 1,3226 \cdot 20 = 1264957,3 \text{ kDj}$$

Marten pechining issiqlik sarfi

1. Po'latning fizikaviy issiqligi

$$Q_1 = D_1 G [C^{t_x} \cdot t_{\text{qis}} + I_n + C^{\text{mayuq}} (t_n - t_{\text{cr}})] = 0,91119 \cdot 420 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 512402,2 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi

$$Q_{1-\text{shl}} = 0,00734 \cdot 400 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 4127,6 \text{ kDj}$$

3. Shlakning fizikaviy issiqligi

$$Q_{\text{shl}} = (1,25 \cdot 1550 + 209,5) \cdot 0,06 \cdot 4,90 \cdot 10^3 + (1,25 \cdot 1600 + 209,25) \cdot 0,0628 \cdot 150 \cdot 10^3 = 107218,7 \text{ kDj}$$

4. Mahsulotni o'rtacha $t_{yx} = 1600^\circ\text{C}$ haroratda yonishiga sarflanadigan issiqligi

$$Q_{yx} = B_{iy} V_{yx} = B \cdot 2592,64 \cdot 10,34 = 26807,9$$

Bu yerda:

$$t_{\text{ox}} \dots 0,955 \cdot 3815,86 = 364,41$$

$$t_{\text{ox}} \dots 0,1876 \cdot 2979,13 = 5588,59$$

$$t_{\text{ox}} \dots 0,7170 \cdot 2328,65 = 1669,69$$

$$t_{\text{ox}} \dots 259,64 \text{ kDj/m}^3$$

5. Ohaktoshni parchalashga ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{oh}} = 1779,5 \cdot 0,0507 \cdot 400 \cdot 10^3 = 36,09 \text{ kDj}$$

6. Suv bug'ini $t_{yx} = 1600^\circ\text{C}$ gacha ishlatishtirish va suyuqlikni bug'latish uchun sarflanadigan issiqlik.

$$Q_{\text{su}} = 0,000786 \cdot 400 \cdot 10^3 [4,187 \cdot 100 + 2256,8 + 1,88(1600 - 100)] 22,44 : 16 = 2150,1 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,15 \text{ gDj}$$

7. Vannadagi $t_{yx} = 1600^\circ\text{C}$ gacha ajratiladigan gazlarni qizdirish uchun ketadigan shlak.

$$CO_2 \dots 38,15,86 \cdot 0,02146 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 44 = 16645,44 \cdot 10^3$$

$$CO \dots 2526,85 \cdot 0,06279 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 28 = 19039306$$

$$SO_2 \dots 3815,86 \cdot 0,00101 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 64 = 202335,96$$

$$N_2 \dots 2328,65 \cdot 0,00320 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 28 = 894201,57$$

$$O_2 \dots 2463,97 \cdot 0,00664 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 32217 = 17879,7$$

$$Q_{\text{gaz}} = 74952 \text{ kDj} = 74,552 \text{ gDj}$$

8. Fe_2O_3 olib ketilgan qismi bilan ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{Fe}_2O_3} = 0,05171 \cdot 400 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1600 + 209,35) = 26838 \text{ kDj} = 26,838 \text{ kDj}$$

Sovutilgan suv bilan yo'qotiladigan issiqlik

Ikki vannali pechlarni ishchi qismida suv bilan oyna qopqog'i, ustunlarini ilonsimon quvur va kislorodli furnalar sovitiladi. Suv bilan sovituvchi elementda suvning harorat darajasi 20 k dan oshib ketmasligini hisobga olib, sovitiladigan suv bilan sarflanadigan issiqlikni topamiz:

$$\text{Zaslanka} \dots 3 \cdot 1,67 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 6041,34 \cdot 10^3$$

Ilonsimon

$$\text{quvur} \dots 6 \cdot 0,56 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 4051,68 \cdot 10^3$$

$$\text{Ambrozura} \dots 1 : 1,02 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 1350,56 \cdot 10^3$$

$$\text{Furna} \dots 3 \cdot 0,28 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 6840 \cdot 20 \cdot 20 = 481,14 \cdot 10^3$$

$$Q_{\text{sm}} = 11924,72 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 11,92 \text{ kDj}$$

Yuklash aylanasi zomlari va issiqlikning beshinchi balkasi bug'lanib sovitishga ega. Har bir element uchun ximik tozalangan suvning sarfini $0,11 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ deb belgilab, suvning umumiy sarfini topamiz.

$$\text{Yuklash oynasining zomlari} \dots 3 \cdot 0,4 \cdot 10^3 = 0,3 \cdot 10^3$$

$$\text{Orqa qismini 5 balkasi} \dots 3 \cdot 0,11 \cdot 10^3 = 0,33 \cdot 10^3$$

$$\text{Old qismining 5 balkasi} \dots 3 \cdot 0,11 \cdot 10^3 = 0,33 \cdot 10^3$$

$$\text{umumiy } 0,99 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bug' sarfi 90% ni tashkil etishini hisobga olib, bug'lanib sovitish bilan sarflanadigan issiqlikni topamiz.

$$Q_{\text{su}} = 4,187 \cdot 10^3 \cdot 0,99 \cdot 10^{-3} (100 - 30) \cdot 14400 + [2258,6 + 1,88 \cdot (150 - 100)] \cdot 10^3 \cdot 0,89 \cdot$$

$$10^3 \cdot 14400 \cdot 18 : 22,4 = 27952,17 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 27,95 \text{ GDj}$$

Sovutuvchi suv bilan issiqlikni umumiy sarfi.

$$Q_{\text{sov}} = 11,92 + 27,95 = 39,87 \text{ GDj}$$

Futrovkadan chiqib ketadigan issiqlik

Ship + chiqib qotadigan issiqlik

$$Q_{\text{vap}} = \frac{1580 - 50}{0,28 + \frac{1}{26 + 22,0}} \cdot 91,4 \cdot 14400 = 954029,17 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

Magnezitxromitni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini ship-ning o'rtacha $0,5(1580 + 300) = 940^\circ\text{C}$ haroratida

$$\lambda_{\text{shx}} = 4,1 - 0,0016 \cdot 9400 = 2,6 \text{ Vt/(m} \cdot \text{k)} \text{ ga teng.}$$

Konveksiyada shlak chiqishi

$$\lambda = 10 + 0,6 \cdot 300 = 28 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{k)} \text{ ga teng}$$

$$\text{Futrovka qalinligi } \delta_{\text{sm}} = 0,5 \cdot 0,46 + 0,10 = 0,28 \text{ m}$$

8. Pechning devorlaridan chiqib ketadigan issiqlik

Orqa devor o'rta qalinligidagi $\delta_a = 0,75 \text{ m}$ magnetit qatlami va $\delta_{\text{sh}} = 0,065 \text{ m}$ qalinlikdagi yengil shamot qalinligiga ega. Futrovkaga tashqi qismidagi harorat 200°C ga, qatlamlarni ajratish darajasida esa 1100°C ga teng deb olib quyidagilarni hosil qilamiz.

$$\lambda_m = 6,28 - 0,0027 \cdot 0,05 (1580 + 1100) = 2,66 \text{ Vt/(m} \cdot \text{k)}$$

$$\lambda_{\text{sh}} = 0,314 + 0,00035 \cdot 0,5 (1100 + 200) = 0,54 \text{ Vt/(m} \cdot \text{k)}$$

$$\alpha = 10 + 0,06 \cdot 200 = 22 \text{ Vt/(m}^3 \cdot \text{k)}$$

10. Oldingi davrdan chiqib ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{old}} = \frac{1580 - 30}{0,6 + \frac{1}{3,88 + 22}} \cdot 12,54 \cdot 14400 = 13,98 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,14 \text{ GDj}$$

Pech tagidan chiqadigan issiqlik sarfi

$$Q_{\text{ot}} = 5100 \cdot 102,4 : 1400 = 1,4 + 6,48 = 23,04 \text{ GDj}$$

11. Pechning aylanasidan tarqaladigan issiqlik sarfi

$$Q_{\text{ar}} = 14,04 + 1,16 + 1,4 + 6,48 = 23,08 \text{ GDj}$$

12. CO_2 va H_2O dissotsiatsiyalanishi uchun tabiat gazini yo'qilishiga olingan 2% issiqlikka teng deb, issiqlik sarfini hisoblaymiz.

$$Q_{\text{dis}} = 0,02 \cdot 0,035 \text{ V} = 0,0007 \text{ V GDj}$$

$$13. Q_{\text{vab}} = 0,025 \cdot 0,035 = 0,00088 \text{ V GDj.}$$

Tabiat gazi sarfini shlak balansi tenglamasidan topamiz:

$$Q_{\text{bel}} = Q_{\text{sof}}$$

$$0,155 + 40,05 + 61,235 + 1,76 + 0,035 + 0,000245 \text{ V} + 0,15 = 64,05 + 0,516 + 13,40 + 0,0268 + \text{V} + 4,51 + 0,26 + 9,37 + 3,35 + 39,87 + 23,08 + 0,0007 \text{ V} + 0,00088 \text{ V yoki } 0,006865 \text{ V} = 52,420.$$

Maxsulot chiqarish va yoqilg'i quyish davridagi issiqlik kuchlanishga teng deb qabul qilamiz, u holda:

$$Q_1 = 0,75 \cdot 18,558 = 13,919 \text{ mVt}$$

$$\text{Tabiat gazini sarfi esa } B_1 = 13,919 \cdot 1440/33 = 607,3 \text{ m}^3/\text{davr}$$

Yuklash va qizdirish davri

Bu davrda o'rtacha 125% ni tashkil qiluvchi maksimal issiqlik kuchlanish ushlab turadi. Bunda:

$$Q_2 = 1,25 \cdot 18,59 = 23,199 \text{ MVt va } B_2 = 4,84 \cdot 4680/33 = 686,4 \text{ m}^3/\text{davr}$$

Cho'yan eritish va qo'shish davri odatda cho'yanni eritish va qo'shish davri o'rtacha issiqlik yuk olib boriladi.

$$Q_3 = 18,559 \text{ MVt, } B_3 = 18,559 \cdot 4680/33 = 2622,0036$$

$$\text{Meyorga o'tkazish davri } Q_4 = [18,559 \cdot 14400 - 13,919 \cdot 14400 - 23,199 \cdot 46,8 - 18,559 \cdot 4680]/3600 = 14,383 \text{ MVt}$$

$$B_4 = 14,383 \cdot 3600/33 = 1569,05.$$

Nazorat savollari.

1. Marten pechining tuzilishi va ishlashi haqida ma'lumot bering.

2. Marten pechni ishga tushirish.

3. Po'latlarni skrap-rudali usulda ishlab chiqarish.

4. Nordon marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish.

5. Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularni oshirish yo'llari.

5.5. Yoyli pechlarda po'lat eritish texnologiyasi.

Reja:

1. Metallurgik korxonalarda yoyli pechlarda po'lat olish.
2. Oksidlanish jarayonida nometall qo'shimchalarning chiqib ketishi
3. Kislordan tozalash jarayoni.
4. Yo'ldosh elementlarning uglerodli va legirlangan po'latlarga ta'siri.

Metallurgik korxonalarda yoyli pechlarda po'lat olish. Metallurgik korxonalarda yoyli pechlarda po'lat quyidagi usullarda eritib olinadi;

- a) "Yangi" uglerodli shixtadan to'liq eritib olish;
 - b) Legirlangan chiqindilarni kislorod bilan oksidlantirib qayta eritish;
 - g) bir necha pechlardan olingan metallni bitta kovshda aralash-tirish;
- Oxirgi usulda bitta pechda bu usulda eritish amalga oshiriladi, boshqa pechda esa v usul qo'llaniladi.

Quysi usulda olinishdan qat'iy nazar, metan pechdan tashqarida ishlov beriladi. Bunda vakumdan, neytral gazlar nurlash, sintetik shlak bilan ishlov beriladi. Jarayon bir yoki ikki shlakni bo'lish mumkin. Bu yerda tayyor po'lat shartiga javob beradigan shixtaning sifatiga e'tibor beriladi. Faqat yangi kuydirilgan ohak ishlatiladi. Ohakning tarkibidagi namlik juda xam kam tarkibidagi S > 0,05% bo'lishi shart. Metallga purkalayotgan kislorod bosimi 70,8MPa. Texnologik jarayon quyidagi bosqichlardan iborat: shixta material-larini tayyorlash, yuklash, erish davri, oksidlanish va tiklanish va po'latni pechdan chiqarish.

Avvalgi po'lat eritish jarayonidan qolgan metall va shlak chiqarilgandan so'ng pechga 90% gacha po'lat temir tersak va chiqindilari, 10% gacha qayta ishlanadigan cho'yan, elektrod siniqlari, 2-3% ohak va temir rudasi yuklanadi. GOST orqali belgilagan kerakli markadagi, erigandan so'ng tarkibida 0,3-0,4% gacha S bo'lgan po'lat olish uchun shixta ushbu xolatlarni hisobga olgan xolda tayyorlanadi.

Oksidlanish jarayonida nometall

qo'shimchalarning chiqib ketishi

Oksidlanish jarayonida fosfor 0,02% va undan kam xolatgacha kamayadi. Bu davrda metallda erigan gazlar va metallinas qo'shim-chalar to'liq chiqib ketishi mumkin. Po'lat erish xaroratidan 120-130°Cgacha yuqoriroq temperaturagacha metall qizdirilganda S, Si, Mn va boshqa elementlar oksidlanadi. Oksidlanish davrining boshi – oksidlovchilari kelib tushish vaqtidir. Oksidlovchi jarayonlarini tezlashtirish maqsadida gazsimon kislorod yoki temir rudasi qo'shi-ladi. Kislorod purkash kislorod trubalari orqali yoki suv bilan sovutiladigan fumlalar orqali beriladi. Metallga chuqurroq kirib borish uchun kislorod 0,5-1,2 MPa bosim ostida beriladi. Bunda oksidlanish tezligi 3-5 barobar ortadi.

Oksidlanish davrida vanna ichidagi metallning bir tekis qattiq qaynashi uchun kerakli darajagacha qizdirilgan vannaga temir rudasi qo'shiladi. Metallning harorati past va uglerodning miqdori kamroq bo'lganda metall oxista qaynaydi.

Temir oksidining shlakdagi chegarasi quyi taqsimlash o'rtacha uglerodli po'lat, yuqori taqsimlash (0,06-0,08 %S) kam uglerodli po'lat hisoblanadi.

Oksidlanish davrini tezlashtirish uchun 75 % ohak, 15 % temir kuyindisi va 10 % nay shpatidan tashkil topgan kukunsimon aralash-mani siqilgan kislorod yoki havo yordamida purkaladi.

Metallni rafinirlash jarayoni tiklanish davrisiz qo'llanilsa soddalashtirilgan marten po'lati – uglerodli va kam legirlangan Cr, Si, Mn, Ni li po'lat olish uchun qo'llaniladi. Po'lat markasida talab qilingan uglerodning tarkibiga qarab shixtaga 25-30 % chushka ko'rinishidagi cho'yan kiritiladi. Erish davrini fosfordan tozalash bilan birgalikda olib borishi uchun yuklash(zabanka) vaqtida pechga 2-3% ohak va 1,5 % gacha temir rudasi yoki aglomerat kiritiladi.

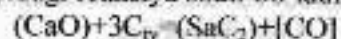
Shixta erigandan so'ng va shlak chiqarilgach, metallda uglerod kerakli miqdorda qolguncha vannaga kislorod purkaladi. Purkash to'xtatilgandan so'ng pechga silikomarganets va ferromarganets, kerak bo'lsa ferroxrom kiritiladi. So'ngra po'lat kovshga chiqariladi. Bu yerda ferrosilitsiy va alyuminiy kiritiladi. Tiklanish davri eritish davrining muhim va oxirgi bosqichi hisoblanadi. Bu vaqtda metall

kisloroddan tozalanadi, fosfordan chuqur tozalanadi va metallning tarkibi talab qilingan po'lat tarkibiga keltiriladi.

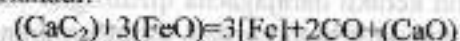
Kisloroddan tozalash jarayoni.

Kisloroddan tozalash ikki xil yo'l bilan amalga oshiriladi – metallni o'zani kisloroddan tozalash yoki shlakni kisloroddan tozalash (diffuzion kisloroddan tozalash kislorodni metall va shlak o'rtasida taqsimlanish qonuni asosida). Diffuzion kisloroddan tozalash uchun koks yoki elektrod siniqlari qo'llaniladi. Ferrosilitsiy, alyuminiy kukunlari ham qo'llanilishi mumkin.

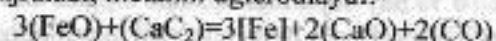
Yo'llar orasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



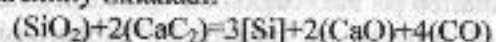
Hosil bo'lgan karbid shlakdagi FeO bilan quyidagi reaksiya orqali o'zaro ta'sirlanadi:



Elektrodlar ostida hosil bo'lgan kalsiy karbid shlakning butun hajmida tarqaladi. Kalsiy karbidi tarkibiga qarab <2 % SaS_2 bo'lganda O_2 va >2 % bo'lganda karbid shlakiga ajraladi. Shlakni tindirish uchun (uning tarkibidagi FeOni kamaytirish uchun) aralashmaga 45 % yoki 75 % ferrosilitsiy qo'shiladi. Karbidli shlak qovushqoq, metallidan qiyin ajraladi, metallni uglerodlaydi:



Karbidli shlak ostida metall O_2 dan tozalangan vaqtida shlakdagi kremnezemdan kremniy tiklanadi:



Reaksiyaga asosan Si ning miqdori 0,1 % gacha ko'tarilishi mumkin. Oq va karbidli shlakning yuza qismining faol komponenti SaS_2 i SaF_2 inoaktiv modda esa Al_2O_3 .

Oq shlak ostida kam uglerodli va yuqori legirlangan po'lat, kam karbidli shlak ostida esa – o'rtacha uglerodli, karbidli shlak ostida esa – yuqori uglerodli po'latlar eritib olinadi.

Qayta eritish texnologiyasining xususiyati bilan quyidagicha korxonalarda kimyoviy tarkibi oqim bo'lgan po'lat chiqindilari yig'ilib qoladi. Shixtadagi fosforning miqdori tayyor po'latdagi

konsentratsiyasidan oshmasligi kerak. Chunki qayta eritilganda uni chiqarib tashlaydigan sharoit yo'q.

Erish jarayoni va yuqori sifatli po'lat olish pechga metalli okatish yoki g'ovak temir qo'shilganda osonlashadi. Ular tarkibida yangi tiklangan temir mavjud. Ulardagi S ning miqdori 0,5-2,0 % ga teng.

Yoyli pechlardagi olingugurtdan tozalash jarayonining asosiy qonuniyatlari marten pechlari va konverter jarayonlaridagidan farq qilmaydi. Metallidagi S ni shlakga o'tkazishga eritishning oksidlanish davrida po'latdagi S ning miqdori kamaygani sezilmaydi. Tiklanish davrida shlak va metallni O_2 dan tozalashda S miqdori sezilarli darajada kamayadi. Yuqori S li va Si li po'latlarda desulfuratsiya jarayoni to'liq o'tadi. Chunki S va Si po'latdagi S ni aktivligini oshiradi, bu uni shlakga o'tishiga yordam beradi.

Yoyli elektr pechlarda legirlangan po'latlar tayyorlashda vannaga kerakli legirlovchi elementlar qo'shiladi. Suyuq Fe da erigan elementlardan oksidlar hosil bo'lishda legirlovchi elementlar po'lat eritish jarayonida oksidlanmaydigan (Ni, Co, Mo, Cu) va oksidlanadigan (Si, Al, Cr) elementlarga bo'linadi.

5.5.1. Yo'ldosh elementlarning uglerodli va legirlangan po'latlarga ta'siri.

Po'latlarda maxsus qo'shilgan legirlovchi elementdan tashqari yo'ldosh elementlar – metalloidlar (metallmas) S, O lar ham mavjud. Bu elementlar uglerodli va legirlangan po'latlarga boshqa, N_2 ko'pgina elementlarni qo'shib ketishiga yordam beradi. Quyida legirlangan S, O_2 , H_2 , P, N_2 latlarni xarakterli defektlari va ularni chaqiruvchi elementlar keltirilgan:

	Elementlar
Quyma yuzasidagi yoriqlar	S, O
Quymada interkristalli o'q yoki radial yoriqlar	S, H
Makrostrukturaning bir xilmasligi	S, P, H, O
Trubalarni payvandlash vaqtida ichki tomonida uzulishlar	S, O
Shifersimon qavat-qavat siniqlar	S, P, H, O

List holatda qavatlariga ajralishi	S, O
Payvandlashda qaynoq yoriqlarga sezgirlik	H

Legirlangan po'latlar tayyorlashda ularning tarkibiga temirda erib temir modifikatsiyalarining issiqlik intervaliga ta'sir qiluvchi elementlar (LE) kiradi.

Yoyli pechlarda quyidagi 5 ta sinfga taa'luqli po'latlar eritiladi:

- Perlit sinfidagi po'lat (legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 5-7 %, uglerodning miqdori 0,1-0,5 %).

Bu po'latni standart sharoitlarda normallashtirilgandan so'ng (diametri 25 mm bo'lgan namuna, 30 daqiqa davomida 200°S gacha qizdirish, tinch havoda sovutish) perlit+ferrit strukturasi hosil bo'ladi.

- Martensit sinfidagi po'lat legirlovchi elementlar yig'indisi 10-15 % gacha va 0,2-0,7 % S

- Austenit sinfidagi po'lat. Tarkibida ko'p miqdorda legirlovchi element mavjud. 20°C da temir austenit holatda bo'ladi. Bu po'latning allotropik shakli mavjud emas. Tarkibidagi legirlovchi elementning miqdori 12-li % oralig'ida C ning miqdori 0,1-1 %.

- Ferrit sinfidagi po'lat. Tarkibida C 0,2-0,4 % dan kam, legirlovchi elementlar ko'p miqdorda. Bu po'latda ham allotropik o'zgarishlar mavjud emas. Normal parorotda α Fe (ferrit) holatda bo'ladi.

- Karbid sinfidagi po'lat. Ularning tarkibidagi uglerodning (0,7-2 %) va karbidlovchi elementlar (masalan tez kesuvchi po'lat) miqdori ko'p.

5.5.2. Po'latni pechdan tashqarida tozalash.

Metallni vakuumda qayta ishlash.

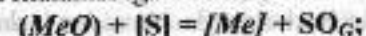
Po'lat sifatiga talabning ortib borishi metallni maromiga yetkazish va rafinirlashning yangi usullarini yaratishga olib keldi. Ushbu jarayonlar pechdan tashqarida, kovsh yoki maxsus dastgoxlarda olib boriladi.

Keyingi vaqtlarda cho'yan, po'lat va rangli metallarni ko'pgina eritish jarayonlari (kisloroddan tozalash, desulfuratsiya, modifikatsiyalash, legirlash) po'lat pritish agregatlaridan kovshlarga o'tkazilgan.

Kovsh metallurgiyasining ko'pgina qismi juda qisqa vaqt ichida amalga oshiriladi.

Metallni vakuumda qayta ishlash (suyuq metall yuzasidagi bosimni kamaytirish) gaz fazasi ishtirok etadigan reaksiya va jarayonlarga ta'sir etadi. Gaz fazasi uglerodning oksidlanishi, vodorod va azotni metallda erishi jarayonida, xamda rangli metall qo'shimchalarining parlanishi natijasida xosil bo'ladi. Vakuumda ishlov berish aynan ushbu reaksiyalarning oqib o'tish xarakteriga ta'sir qiladi. Vakuumda ishlov berishning asosiy maqsadi – po'latdagi gazlarning miqdorini kamaytirishdir.

Kisloroddan tozalash. Pechdan tashqarida vakuum yordamida po'latdan kislorodni to'g'ridan to'g'ri chiqarib tashlash juda ham qiyin (amalda imkoni ham yo'q), buning uchun vakuum kamerasida juda ham past bosimni ta'minlash kerak ($<0,6$ mPa). Vakuumlash jarayonida po'lat eritish vannasida kislorod miqdorini sezilarli darajada kamaytirish metallmas qo'shimchalarning yuzaga chiqishi, hamda metallda erigan kislorod va oksidli qo'shimchalarning uglerod bilan ta'siri natijasida erishish mumkin. Reaksiya muvozanati $[S] + [O] = SO_g$ reaksiya muvozanati vakuumda ishlov berilganda o'ng tomonga siljiydi; kislorod uglerod bilan ta'sirlashganda uglerod monooksidi hosil qiladi; metalldagi kislorodning miqdori kamayadi. Kislorod metallda oksidli metallmas qo'shimchalar tarkibida bo'lganda eritma yuzasidagi bosimning pasayishi ushbu qo'shimchalarning qisman yoki to'liq parchalanishiga olib keladi:



$$\frac{R_{SO}}{a_{[Me]}}$$

$$K = \frac{a_{(MeO)}}{a_{[S]}}$$

Bu erda

$$a_{(MeO)} = \frac{1}{K} \cdot R_{(SO)} \cdot a_{[Me]} / a_{[S]}$$

ya'ni r_{SO} qancha kam bo'lsa oksidli qo'shimchalar metallda shuncha kam bo'ladi. Mustaxkamligi past bo'lgan qo'shimchalar shunday, masalan, MnO yoki Sg_2O_3 kabi qo'shimchalar vakuumda uglerod bilan to'liq tiklanadi; masalan Al_2O_3 yoki TiO_2 kabi kuchli birikmalar uchun juda xam chuqur vakuumlash kerak bo'ladi. Vakuumlash yo'li bilan metalldagi kislorod konsentratsiyasi

kamaytirilishiga qaramasdan, vakuumda uzoq vaqt quyta ishlashga to'g'ri keladi. Bu usul ayniqsa kisloroddan tozalangan toza po'lat olishda qo'llaniladi.

Masalan, qadoqlash uchun yirik quymalar tayyorlanganda kislorodni metallardan chiqarilganda va kisloroddan tozalangan maxsulotlarni gaz fazasiga o'tishi muhimdir.

Vakuumlashda va Po'latni kisloroddan va oksidli qo'shimchalardan rafinirlashning metallarda erigan uglerod bilan ta'sirlanish usuli ko'pincha *uglerodli kisloroddan tozalash* deb nomlanadi.

Vodoroddan tozalash. Vakuumlashda po'lat eritish vannasida vodorod miqdorini kamaytirish quyidagi jarayonlar natijasida yuzaga keladi:

1) gidrid metallmas qo'shimchalarning suziyu chiqishi (gidroksil qiluvchi elementlari bo'lgan eritmalarda);

2) vannada hosil bo'ladigan vodorod pufakchalarining ajralib chiqishi (metallda yuqori miqdorida), futerovka yuzasida yoki metallmas qo'shimchalarda;

3) vannaning ochiq yuzasida (yoki aralashtirilganda ochiladigan) gaz desorbsiyasi. Bunda gaz atomlari diffuziya yoki konveksiya natijasida aralashadi;

4) SO pufakchalari yuzasidan ichkariga vodorod desorbsiyasi va SO pufakchalari bilan vannadan tashqariga chiqarilishi (vakuumlashda SO hosil bo'lganda);

5) argon pufakchalari yuzasidan ichkariga gaz desorbsiyasi va metallni argon bilan purkalganda vannadan tashqariga chiqishi.

Azotdan tozalash. Vakuumlashda azotning miqdorini pasaytirish quyidagi jarayonlar natijasida sodir bo'ladi:

1) tarkibida nitrid hosil qiluvchi elementlar bo'lgan po'lat va qotishmalardagi nitridli metallmas qo'shimchalarni suzib chiqishi;

2) vannada hosil bo'lgan azot pufakchalarining futerovka yuzasiga yoki metallmas qo'shimchalarning ajralib chiqishi;

3) gaz atomlari diffuziya yoki konveksiya natijasida gaz atomlarining o'rin almashinishi ochiq yuzadan gaz desorbsiyasi;

4) SO pufakchalari yuzasidan ichkariga azot desorbsiyasi va ushbu pufakchalar bilan vannadan tashqariga chiqarilishi;

5) argon pufakchalari yuzasidan ichkariga gaz desorbsiyasi va metallni argon bilan purkalganda vannadan tashqariga chiqishi.

Qo'shimchalarni ajratib olish. Vakuumlash natijasida metallni ajralib chiqqan gazlar bilan intensiv aralashishi, flotasiya natijasida metallmas qo'shimchalarni ajralib chiqishiga olib keladi. Vakuum bilan ishlov berganda ko'p miqdorda ajralib chiqqan gaz pufaklari metallni intensiv aralashishga olib keladi, bundan tashqari metall harorati va tarkibi tekkislanadi. Agar metall tarkibida rangli metall qo'shimchalari (qo'rg'oshin, surma, rux va boshqalar) konsentrsiyasi baland bo'lsa, ularning ba'zi bir qismi vakuum bilan ishlov berganda bug'lanadi.

Vakuumlash va pechdan tashqari ishlov berishning zamonaviy usullari. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarishi rivojlangan davlatlarda turli xil qurilmalari pechdan tashqari ishlov berish uchun moslamalar bilan ta'minlanib keng qo'llanilmoqda. Eng soda usullardan biri kovshda vakuumlash usuli hisoblanadi. Kovshda vakuumlashning kamchiliklariga metall o'g'irligi yuqori bo'lganda (≥ 50 t) vakuumlash jarayonining samaraliligi yuqori bo'lmagani va kovshda oksidsizlantiruvchilar va legirlovchi elementlar metall bilan yetarlicha aralashmaganligi sababli metall tarkibi bir xil bo'lmagani kiradi. Buni metall kovshda inert gaz bilan yoki elektr magnit aralashuvi qo'llanish usuli bilan oldini olsa bo'ladi. Inert gaz bilan metall purkalganda odatda issiqlik ajralib chiqishiga metallardan purkalgan gazlarni qizdirish uchun sarflangan issiqlik ham qo'shiladi. Elektr magnit aralashuvi natijasida bu kamchiliklar yoqoladi, lekin elektr magnit aralashuvi uchun qimmat baho va murakkab dastgohni qo'llash kerak.

Hozirgi vaqtda metallga vakuum bilan ishlov berishning keng qo'llaniladigan usullari quyidagicha.

1. Metall bilan kovshni vakuum kamerasiga joylashtirib, metall inert gaz bilan aralashishi ta'minlanadi; oksidsizlantiruvchi elementlar vakuum kamerada joylashgan bunkerdan kovshga kiritiladi.

2. Metall kovshdan kovshga quyilganda, yoki kovshdan qolibga quyilganda vakuumlanadi, ya'ni metall oqimi vakuumlanadi (oqimli vakuumlash).

5.5.3. Yoyli po'lat eritish pechida po'lat ishlab chiqarish texnologik jarayonini va asosiy dastgohni hisoblash.

Yoyli po'lat eritish pechida eritish quyidagi asosiy davrlarda kechadi.

1. erish davri (60%)
2. oksidlanish davri (9,4%)
3. tozalash davri (18,2%)
4. 2 ta erish davri orasida turib qolishlar, bunga metallni chiqarish yoki, yoqilg'i – moy kuyishni pechni tozalashni va pechga shixta yuklashni o'z ichiga oladi (12,4%).

Yuklangan metallni qizishi va erishi sodir bo'ladi, bunda pech elektroenergiyaning katta qismini iste'mol qiladi. Shuning uchun loyihalashda hisob olib boriladi. Erish davri uchun o'z ichiga quyidagilarni oladi.

1. materiallar balansi hisobi.
2. pechning asosiy o'lchamlarini hisobi.
3. energetika belgisining hisobi.
4. transformatorning zaruriy hisobi.

Xajmi $G=150$ tonna bo'lgan yoyli po'lat eritish pechini hisoblash tartibi.

- 12% - qayta ishlangan po'lat
- 74% - temir gulalari
- 1,75% - aglomerat
- 0,25% - elektrod

Transformator po'latini eritishda foydalaniladi, uning tarkibi erish davrining oxirida quyidagicha bo'ladi.

	C	Si	Mn	Fe
Cho'yan (12%).....	4,3	0,68	1,06	qoldiq
Passport balvanka (74%) ...	0,17	0,28	0,36	qoldiq
Oddiy temir tersak (12%)...	0,69	0,32	1,0	qoldiq
Aglomerat (1,75%).....	-	-	-	57,0
elektrodlar (0,25%).....	99,5	-	-	-

o'rtacha tarkib.....				
erigandan so'ng.....	0,23	0,036	0,190	qoldiq
erish jarayonidagi futerovkaning sarfi quyidagicha:				
magnezit xromli g'isht	- 0,03%			
magnezit kukuni	- 1,03%			
magnezit g'isht	- 0,28%			
erish jarayonida vannaga quyidagilar yuklanadi:				
magnezit	- 56%			
ohak	- 2,25%			
aglomerat	- 3,27%			

Yoyli po'lat eritish pechining material balansi.

Kislorod sarfini hisoblash.

Qo'shimchalarni yonishini shixtaning o'rtacha elementlar tarkibi va po'latning erigandan keyingi tarkibi farqi orqali aniqlaymiz (hisobotlar 100 kg shixta uchun olib boriladi).

C ... $0,7271 - 0,230 = 0,4971$ kg
Si ... $0,326 - 0,036 = 0,29$ kg
Mn ... $0,5136 - 0,190 = 0,3236$ kg
Fe (lugunda) 3,0000 kg
Jami: 4,1107 kg

30% C – CO g gaz, 70% esa CO gacha aniqlanadi deb qabul qilamiz. Begona moddalarning oksidlanishiga kislorod sarfini va xonada bo'lgan oksidlar miqdorini topamiz.

Kislorod sarfi, kg	Oksidning massasi, kg
C – CO ₂ ... $0,1491 \cdot 32/12 = 0,39768$	$0,1491 + 0,39768 = 0,54678$
C – CO $0,3479 \cdot 16/12 = 0,46386$	$0,3479 + 0,46386 = 0,81176$
Si – SiO ₂ $0,29 \cdot 32/28 = 0,3314$	$0,29 + 0,3314 = 0,6214$
Mn – MnO ... $0,3236 \cdot 16/55 = 0,0941$	$0,3236 + 0,0941 = 0,4177$
Fe – Fe ₂ O ₃ ... $3,000 \cdot 48/112 = 1,2857$	$3,0000 + 1,2857 = 4,2857$
2,57274	6,68334

Ular jadvaldan foydalanib shlakning erish davri oxiridagi tarkibi-ni topamiz.

	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
Temir shixta	0,6214	-	-	-
Magnezit xromitli g'isht	0,0018	0,0066	0,0198	0,0012
Magnezitli g'isht	0,084	0,0073	0,2520	0,0045
Magnezitli kukun	0,0419	0,0262	0,9431	0,0083
Magnezit	0,0168	0,0146	0,5040	0,0086
Aglomerat	0,4359	0,6508	0,0401	-
Ohak	0,0787	1,9125	0,0787	0,0113
Jami	1,2049	2,6120	1,8377	0,0339
	Cr ₂ O ₃	S	MnO	P ₂ O ₅
				Fe ₂ O ₃
				davomi

Temir shixta	-	-	0,4177	-	-
Magnezit xromitli g'isht	0,0036	-	-	-	0,0030
Magnezitli g'isht	-	-	-	-	0,0056
Magnezitli kukun	-	-	-	-	0,0105
Magnezit	-	-	-	-	0,0112
Aglomerat	-	-	-	-	-
Ohak	-	0,0029	-	0,0023	0,0079
Jami	0,0036	0,0029	0,4177	0,0023	0,0382

Yoyli po'lat eritish pechida hosil bo'lgan

shlakdagi temir oksidining miqdori

Shlakdagi temir oksidini miqdori metalldagi C miqdoriga bog'liq va F. P. Yedneral ma'lumotlari bo'yicha quyidagicha qabul qilamiz.

[C]%	0,08 – 0,18	0,20 – 0,32	0,28 – 0,42	0,67 – 1,09
(Fe _{oksh})%	12,23	10,05	9,20	9,10

(Fe dagi FeO) / (Fe dagi Fe₂O₃) element amaliyot bo'yicha berilgan nisbatliklarni 2 – 4 deb qabul qilamiz.

Keltirilgan tavsiyani tegishli deb qabul qilinib, erish davrining ohiridagi po'latdagi C miqdori 0,23% ga, shlakdagi temir oksidning miqdori 10,05% ni tashkil qiladi. FeO/ (75% bo'lsa Fe₂O₃ oksidida 2,25% ga teng bo'ladi.

Temirning oksidsiz shlak og'irligi yuqorida berilgan jadvalda 6,1481 kg, 0,8995% ni tashkil qiladi, umumiy shlak og'irligi

$$L_{shi} = 6,1481 / 0,8995 = 6,8350 \text{ kg}$$

Shlakdagi Fe oksidining og'irligi $6,8350 - 6,1481 = 0,6869$ kg, 0,1717 kg Fe₂O₃ va 0,5152 kg FeO, shunday qilib shlakning tarkibi quyidagicha:

	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
Kg.....	1,2049	2,6120	1,8377	0,0339	0,0036
%.....	17,625	38,22	26,89	0,500	0,050
					davomi
	S	MnO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	FeO
Kg.....	0,0029	0,4177	0,0023	0,1717	0,5152
%.....	0,040	6,110	0,030	2,51	7,54

Shlakning asoslilik miqdori quyidagicha

$$\text{CaO/SiO}_2 = 38,22/17,625 = 2,16$$

Temirning oksidlanishi, kg

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ gacha} \dots\dots 0,1717 - 0,387 = 0,1335$$

$$\text{FeO gacha} \dots\dots\dots = 0,51552$$

Temir metallidan shlakka o'tadi.

$$0,1335 * 112/160 + 0,5152 * 56/72 = 0,0092 + 0,4007 = 0,4099 \text{ kg.}$$

Yaroqli metall chiqishini quyidagicha tashkil etadi.

$$98,0 - 4,3592 - 0,4099 - 0,5 + 3,843 = 96,5739 \text{ kg}$$

Bu yerda: 98,0 – shixtadagi metallning og'irligi, kg.

4,3592 – quyindi aralashmasi, kg

0,5 – temir soni, kg

0,4099 – shlak bilan yo'qolgan temir miqdori, kg

3,843 – aglomerat bilan yo'qotilgan temir miqdori, kg;

Temirning oksidlanishda sarflangan kislorod quyidagiga teng.

$$(0,5152 - 0,4007) + (0,1335 - 0,0092) = 0,2388 \text{ kg}$$

Hamma aralashmani oksidlanishidagi sarflanayotgan kislorod miqdori quyidagicha: $2,9785 + 0,2388 = 3,2173 \text{ kg}$

Kislorodni biriktirib olish koeffitsienti 0,9 ga teng deb olamiz va 100 kg shixta ketayotgan kislorod miqdorini aniqlaymiz:

$$3,2173/0,9 = 3,5714 \text{ kg yoki } 3,5714 * 22,4/32 = 2,5 \text{ m}^3$$

Biriktirib olingan kislorod soni quyidagicha: $3,5714 - 3,2173 = 0,3541 \text{ kg yoki } 0,2479 \text{ m}^3$.

Yoyli po'lat eritish pechida ajralib chiqqan kislorod bilan azotning miqdori

Kislorod bilan azotning miqdori $3,5714 * 77/23 = 11,9564 \text{ kg}$ yoki $8,3695 \text{ m}^3$.

Bunda 77 va 23 havodagi kislorod va azotning massa bo'laklaridir.

CO_2 gazlarning ajralib chiqish tartibini aniqlashdagi CO va CO_2 larni ajralib chiqishini ham hisobini olish kerak, bunda 60% elektrodlar erish davrida 100 kg material balansini tuzishda shixtani elektrod sarfini quyidagiga teng deb olamiz:

$0,6 * 0,5 = 3,0 \text{ kg/t C}$ oksid topish uchun $0,3 * 0,7 = 0,21 \text{ kg C}$ yonadi va hosil bo'lgan CO miqdori $0,21 * 28/12 = 0,49 \text{ kg}$ ni tashkil

etadi. CO_2 hosil bo'lish jarayonida $0,09 * 44/12 = 0,33 \text{ kg C}$ yonadi va $0,3 * 0,3 = 0,09 \text{ kg CO}_2$ hosil bo'ladi. $0,5 * 77/23 = 1,74 \text{ kg}$ Endi ajralib chiqqan gazning miqdorini aniqlaymiz.

	kg	m ³	%
$\text{CO}_2 \dots\dots 0,7968 + 0,002 + 0,1557 + 0,33 = 1,2845$	1,2845	0,6539	4,95
$\text{CO} \dots\dots\dots 1,1830 + 0,49 = 1,6730$	1,6730	1,3384	10,14
$\text{O}_2 \dots\dots\dots 0,2479$	0,2479	0,1735	1,88
$\text{N}_2 \dots\dots\dots 1,74 + 11,9564 = 13,6964$	13,6964	10,9571	83,03
Hammasi $\dots\dots\dots = 16,9018$	16,9018	13,1229	100,00

DSP pechining valkasini keng tarqalgan formasi bo'lib yasovchi va konus asosi bilan 45°C hosil qiluvchi sferik konussimon formasi-dir. DSP pechining suyuq metallda hajmining sig'imi $G = 150 \text{ t}$.

$$V = vG = 0,145 * 150 = 21,75 \text{ m}^3$$

Bu yerda vG - suyuq po'latni solishtirma hajmi.

Metall satxi diametrini quyidagi formula orqali topamiz

$$P = 2000 \sqrt{V} = 2000 * 1,085 \sqrt{21,75} = 6055,47 \text{ mm} = 6,05 \text{ m}$$

Bunda C koeffitsientini quyidagi jadvalda $P/H = 5,0$ ni hisobga olib topiladi.

P/H.....	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
C.....	1,043	1,064	1,085	1,106	1,127	1,149	1,165

Vannadagi suyuq metallning balandligi $H = 6,5/5,0 = 1,27 \text{ m}$ shlakning hisobiy xosligini 0,1v deb qo'yamiz. U holda

$$Hm = 4Vm/PD^2 = 4 * 2,175/3,14 * 6,05^2 = 8,7/114,93 = 0,0756 \text{ m} = 75,6 \text{ mm.}$$

Va shlak sathi diametri:

$$Dm = D + 2Hm = 6056,47 + 2,75,6 = 6207,67 \text{ mm}$$

Ishchi tuyukning ostona sathi shlak sathidan 40 mm balandda joylashishi kerak, unda qiyalik sathi ishchi tuyukning ostonusidan 65 mm li balandda bo'ladi.

$$D_{qya} = D - 2(Hm + 40 + 65) = 6056,47 + 2(75,6 + 40 + 65) = 6417,67 \text{ mm}$$

$$\text{Va } D_a = D_{qya} + 200 = 6417,67 + 200 = 6617,67 \text{ mm.}$$

Eritish maydonining balandligi II yer va futerovkaning qatlamiga pech xajmiga bog'liq.

G, T.....	0,5 – 6,0	12 – 50	>100
Hep/D _{qya}	0,5 – 0,45	0,45 – 0,4	0,38 – 0,34
Bn, mm.....	450 – 550	600 – 700	800 – 1000
Bsv, mm.....	230	300	380 – 460

Bst, mm 300 – 350 300 – 350 300 – 350.

Yuqorida keltirilgan tavsiyalarga asosan.

$$H_{ep} = 0,36 * 6417,67 = 2310,36 \text{ mm.}$$

Pech tubi futerovkasining qalinligi $\delta_s = 960$ mm va uning qalinligi 125 mm bo'lgan magnitli olovbardosh materiallar bilan zichlangan. Magnezitli g'ishtlarning futerovkaini qalinligi 575 mm va yengil massali shamotning qalinligi esa 260 mm bo'ladi.

Qiyalik sathidagi devor futerovkai qalinligi 460 mm magnezit g'ishti; eni 40mm bo'lgan ustki qoplama va terilgan g'ishtlar orasidagi tirqinini magnezitli material bilan qo'yiladi kojuxning ichki diametrik

$$D_k = D_e + 2 * 500 = 6617,67 + 2 * 500 = 7617,67 \text{ mm}$$

Devorning yuqori qismidagi magnezitli futerovkaning qalinligi $\delta_s = 300$.

Pechka omborining qalinligi $\delta_{ov} = 460$ mm bo'lgan xrom magnezitli g'ishtdan teriladi, omborning ustunlari orasidagi strelkani o'qlari ombor ustunlari orasiga nisbatan 15% qilib olinadi.

$$H_{sv} = 0,15 D_{sv} = 0,15(D_e - \delta_{sv}), \text{ mm.}$$

Pechning ichki tuynugi o'Ichamlarini pechga yoqilg'i yordamida shlak xosil qiluvchi va legirlovchi materiallarni qo'llab yuklashiga qarab olinadi.

$$b \times h = 1600 * 1600 \text{ mm}$$

Yoyli po'lat eritish pechining erish davrining energetik balansi. Issiqlikning kelishi

Energetik belgisini tuzishdan maqsad ham elektr energiyani miqdorini aniqlashdir. Bu energiya DSP-150 pechga eritish jarayonida kerak bo'ladigan miqdordir. Bu miqdor bo'yicha keyinchalik pech transformatoriga kerak bo'lgan quvvatni topishda foydalaniladi. Xajmi 150 tonna bo'lgan zamonaviy DSP pechlari uchun eritish davri zamonaviy transformator quvvatiga bog'liq va quyidagicha

N, VBA.....	25	32	42
R, S.....	12240	9504	7452

Taxminan erish davrini o'rtasida davomiyligi $t_n = 2160^\circ\text{C}$ ga teng bo'lgan shixta podvalkasi sodir bo'ladi. Tok ostidagi erish davomiyligi $t_p T = Sr - 2160^\circ\text{C}$

$$t_n = 9504 - 2160 = 7344 \text{ s.}$$

Issiqlik kelishi

1. Shixta yordamida issiqlik kelishi ($t_m = 20^\circ\text{C}$)

$$Q_{sh} = 150 * 10^3 * 0,98 * 0,469 * 20 = 1378,86 * 10^3 \text{ kDj} = 1,378 \text{ kDj}$$

2. Elektr yordamida issiqlik kelishi.

$$Q_D = 0,9 W_{ep} * 10^6 \text{ kDj}$$

Bunda $N_{el} = 0,87 - 0,92$ ga teng bo'lgan elektr FIK W_{el} pechga kelayotgan elektr energiyasi kDj.

$$Q_D = 0,9 W_{el} * 10^6, \text{ kDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyalar yordamida issiqlik kelishi

$$C - CO_2 \dots\dots\dots 0,001491 * 150 * 10^3 * 34,09 = 7624,23$$

$$C - CO \dots\dots\dots 0,003479 * 150 * 10^3 * 10,47 = 5463,72$$

$$Si - SiO_2 \dots\dots\dots 0,0029 * 150 * 10^3 * 31,10 = 13528,5$$

$$Mn - MnO \dots\dots\dots 0,003236 * 150 * 10^3 * 7,37 = 3577,398$$

$$Fe - Fe_2O_3 \dots\dots\dots 0,001335 * 150 * 10^3 * 7,37 = 1475,84$$

$$Fe - FeO \dots\dots\dots 0,005152 * 150 * 10^3 * 4,82 = 3724,896$$

$$Fe - Fe_2O_3(\text{turunda}) \dots\dots\dots 0,03000 * 150 * 10^3 * 7,37 = 33165$$

$$Q_{ekz} = 68559,634 \text{ mDj} = 68,5 \text{ gDj.}$$

4. Shlak hosil bo'lishidan issiqlik kelishi.

$$SiO_2 - (CaO)_2 SiO_2 \dots\dots\dots 0,006354 * 150 * 10^3 * 2,32 = 2211,192 \text{ mDj}$$

$$Q_{shl} = 2,21.$$

Yoyli po'lat eritish pechidan ajralayotgan issiqlik sarfini hisoblash

1. Po'latning fizik issiqligi

$$Q_{st} = 0,965739 * 150 * 10^3 [0,7 * 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 20365410^3 \text{ kDj} = 203,654 \text{ gDj.}$$

2. Po'latning shlak yo'qotilgandagi fizik issiqligi

$$Q_{st-shl} = 0,005 * 150 * 10^3 [0,7 * 1500 + 272,16 + 0,837 (1700 - 1500)] = 1117170 \text{ kDj} = 1,117 \text{ gDj.}$$

3. $t_{yx} = 1500^\circ\text{C}$ va gaz xoldagi maxsulotlar bilan issiqlik sarfi.

$$Q_{yx} = 0,131229 * 150 * 10^3 (1,25 * 1700 + 209,35) = 239323 * 10^3 \text{ kDj} = 3,932 \text{ gDj}$$

$$Q_{yx} = 0,131229 \cdot 15010^3 + 2244,83 = 44188 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 44,183 \text{ gDj}.$$

$$\text{CO}_2 \dots \dots \dots 0,0495 \cdot 3545,34 = 175,49$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots \dots \dots 0,1014 \cdot 2200,26 = 223,11$$

$$\text{D}_2 \dots \dots \dots 0,0188 \cdot 2296,78 = 43,18$$

$$\text{N}_2 \dots \dots \dots 0,8308 \cdot 2170,55 = 1803,05$$

$$l_{yx} = 2244,83 \text{ kDj/m}^3$$

4. Fe_2O_3 zarralari yordamida issiqlik sarfi.

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,042854 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1500 + 209,34) = 13205,5 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 13,2 \text{ gDj}.$$

5. Futerovka orqali issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlik sarfi devor balandliklari bir xil lekin qalinliklari har xil bo'ladi. Quyi qismi 500 mm va yuqori qismi 300 mm magnezit g'ishtlaridan terilgan. Issiqlikning yo'qotilishini oldini olish uchun 40 mm qalinlikdagi magnezit qatlamini hisobga olmaymiz. Jarayon oxirida devor futerovkai svodning yemirilishi 50% deb qabul qilamiz. Keyinchalik futerovkani qalinligiga nisbatan 75% deb olamiz. Quyidagilarni hisobga olib, devor qismlari qalinliklari quyidagilarga teng:

$$0,75 \cdot 500 = 375 \text{ mm va } 0,75 \cdot 300 = 225 \text{ mm}.$$

IX ifodaga asosan magnezitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda_{\text{m}} = 6,28 - 0,0027 \text{ tBt/(m}^{\circ}\text{K)}$$

Futerovkaning ichki yuzasining temperaturasi $t_1 = 160^{\circ}\text{C}$

Devorning yuqori qismidagi futerovkani tashqi temperaturasi $t_2^{\text{vverx}} = 350^{\circ}\text{C}$. $t_2^{\text{vverx}} = 300^{\circ}\text{C}$, u holda

$$\lambda_{\text{m}}^{\text{vverx}} = 6,28 - 0,0027(1600 + 350)/2 = 3,65 \text{ Vt/(m.n)};$$

$$\lambda_{\text{m}}^{\text{past}} = 6,28 - 0,0027(1600 + 300)/2 = 3,715 \text{ Vt/(m.n)};$$

31 – formulaga asoslangan holda.

$$\lambda_{\text{m}}^{\text{vverx}} = 10 + 0,06 \cdot 350 = 31 \text{ Vt/(m}^2\text{k)};$$

$$\lambda_{\text{m}}^{\text{past}} = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28 \text{ Vt/(m}^2\text{k)};$$

Sexdagi harorat 30°C deb hisoblaymiz [68] – formuladan foydalanib quyidagini topamiz.

$$Q_{\text{st vverx}}^{\text{tep}} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/3121,76 \cdot 9504 = 3,46 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

$$Q_{\text{st vverx}}^{\text{tep}} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/2821,76 \cdot 9504 = 2,38 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

$$\text{Dj} = 2,38 \text{ gDj}.$$

Bunda

$$F_{\text{nar}}^{\text{st}} = \text{PDK} \cdot H_{\text{m}}/2 = 3,14 \cdot 7,617 \cdot 2,310/2 = 27,6 \text{ m}^2 - \text{tashqi qatlamining yuqori va quyi qismi yuzasi}.$$

Qopqoq orqali issiqlik yo'qotilishi, svodning ichki yuzasining temperaturasi $t_1 = 1600^{\circ}\text{C}$ deb olib, tashqi $t_2 = 320^{\circ}\text{C}$ magnezit haroratli g'ishtlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda_{\text{m}} = 4,1 - 0,0016 (1600 + 320)/2 = 2,564 \text{ Vt/(m.n)}.$$

Konveksiya orqali atrof muhitga issiqlik o'tkazish koeffitsienti.

$$\lambda_{\text{konv}} = 1,3 (10 + 0,06 \cdot 320) = 37,96 \text{ Vt/(m.k)}.$$

Svod futerovka qalinligi quyidagiga teng: $0,75 \cdot 0,46 = 0,345 \text{ mm}$.

Tashqi qatlam yuzasi quyidagicha:

$$F_{\text{nar}}^{\text{st}} = \text{P}(\text{N}_{\text{sv}}^2 + \text{D}_{\text{sv}}^2)/2 = \text{P}[0,15^2(\text{D}_k - \delta_{\text{sv}})^2 + (\text{D}_k - \delta_{\text{sv}})^2]/2 = 3,14[0,15^2(7,617 - 0,13)^2 + (7,617 - 0,13)^2]/2 = 85,9 \text{ m}^2$$

Keyin.

$$Q_{\text{tepl}}^{\text{st}} = 1600 - 30/0,345/2,564 + 1/37,96/85,9 \cdot 9504 = 7,96 \cdot 10^3 \text{ Dj} = 7,96 \text{ gDj}.$$

Pech o'choq'i orqali issiqlik yo'qotilishini aniqlaymiz, bunda magnezit futerovkai va magnezit damper quyidagi podinasi bilan bir hil qalinlikda bo'ladi. Yengil simob qalinligi 0,26 mm, o'choqning ichki yuzasi temperaturasini $t_1 = 1600^{\circ}\text{C}$ tashqisini $t_2 = 200^{\circ}\text{C}$

$$\lambda_{\text{m}} = 6,28 - 0,0027 \text{ tm, Vt/(m.k)};$$

$$\lambda_{\text{m}} = 0,465 + 0,00038 \text{ tm, Vt/(m.n)};$$

$$t_{\text{m}} = t_2 + (t_1 + t_2) \delta_{\text{sv}}/\delta_{\text{m}} + \delta_{\text{sv}} = 200 + (1600 - 200)0,26/0,6 + 0,26 = 623,3^{\circ}\text{C}$$

Yoyli po'lat eritish pechidagi materiallarning issiqlik o'tkazish koeffitsientini hisoblash

$$\lambda_{\text{m}} = 6,28 - 0,0027 (1600 + 623,3)/2 = 3,28 \text{ Vt/(m.n)};$$

$$\lambda_{\text{m}} = 0,465 + 0,00038 (623,3 + 200)/2 = 0,621 \text{ Vt/(m.n)};$$

$t_2 = 200^{\circ}\text{C}$ dagi pastki yuzaga qarab yo'nalgan konveksiyaning issiqlik o'zgarishi koeffitsientini hosil qilamiz va u quyidagiga teng:

$$\lambda_{\text{konv}} = 0,7 (10 + 0,06 \cdot 200) = 15,4 \text{ Vt/(m.n)};$$

68 – formuladan aniqlaymiz.

$$Q_{\text{pod}} = 1600 - 30/0,6/3,28 + 0,26/0,621 + 1/15,4 = 2355,44 \text{ Vt}.$$

Futerovka qatlamlari orasidagi temperatura qiymatini aniqladik, bunda (69), (69a) formuladan foydalanamiz.

$$T_{\text{m sh}} = 1600 - 2355,44 \cdot 0,6/3,28 = 1169^{\circ}\text{C}.$$

$$T_2 = 30 + 2355,44/15,4 = 182,9^\circ\text{C}. \quad \text{U holda}$$

$$\lambda_{\text{av}} = 6,28 - 0,0027(1600 + 1169)/2 = 2,54 \text{ Vt/(m.n)};$$

$$\lambda_{\text{av}} = 0,465 + 0,00038(1169 + 182,9)/2 = 0,72 \text{ Vt/(m.n)};$$

$$\lambda_{\text{av}} = 0,7(10 + 0,06 * 182,9) = 14,68 \text{ Vt/(m.n)};$$

$$Q_{\text{pod}} = 1600 - 30/0,6/2,54 + 0,26/0,72 + 1/14,68 = 2359,3 \text{ Vt}.$$

Issiqlik oqimlarini zichligi birdan – bir katta farq qilganligi uchun ularni keyinchalik aniqlaymiz. o'choqning tashqi qatlami yuzasini topishda uni yuzasi sferik sigmentini topgan deb qabul qilamiz. Svodning tashqi qatlami yuzasi $F_{\text{uz}}^{\text{pod}} = 154,1 \text{ m}^2$ va silindrik qavatini $F_{\text{uz}}^{\text{pod}} = 2 \cdot \text{PDK} (H_{\text{pod}} - \delta_{\text{av}})$. Yuqoridagi ma'lumotlar asosida quyidagiga egamiz.

$$H_{\text{pod}} = \delta_{\text{av}} + N + N_{\text{sh}} + 0,04 + 0,065 + 0,96 + 2,310 + 0,0756 + 0,04 + 0,065 = 3,45 \text{ m}$$

Bunda

$$F_{\text{uz}}^{\text{pod}} = 3,14 * 7,617(3,45 - 0,96) = 59,55 \text{ m}^2$$

Natijada:

$$Q_{\text{tep}}^{\text{pod}} = 2359,3(85,9 + 59,55) * 9504 = 3,26 * 10^6 \text{ Dj} = 3,26 \text{ gDj}.$$

$$Q_{\text{uzl}} = 3,46 + 2,38 + 7,96 + 3,26 = 17,06 \text{ gDj}.$$

6. Pech futerovkaining issiqlik o'tkazuvchanligi orqali jami issiqlik yo'qotilishi. Pechning ishchi qismini sovutish uchun suv sarfi bilan issiqlik yo'qotilishi DSP pechining ishchi darajasi o'lehami $b \times h = 1600 * 1600 \text{ m}$ gat eng va u suv sovutuvchi to'sma qopqoq bilan yopilgan va futerovkaning ichki tarafidan eni $S = 0,15 \text{ m}$ bo'lgan P ko'rinishi suv sovutuvchi quti bilan o'ralgan quyi yuzasidagi temperaturasi $t_n = 80^\circ\text{C}$ da olamiz, bunda kerakli darajasi $E_n = 1$ ga teng deb suv bilan issiqlik yo'qotilishi hisoblanadi.

$$Q_{\text{uzl}}^{\text{pod}} = \text{CO}[(T_n/100)^4 - (T_n/100)^4]$$

$$(2h + b) \text{ Stp} = 5,7[(1600 + 273/100)^4 - (80 + 273/100)^4]$$

$$(2 * 1,6 + 1,6) * 0,15 * 9504 = 4,79 * 10^6 \text{ Dj} = 4,79 \text{ gDj}.$$

Darcha tuynukcha formulasi.

$$Q_{\text{uzl}}^{\text{pod}} = 5,7 * 0,78[(1600 + 273/100)^4 - (80 + 273/100)^4]$$

$$1,6 * 1,6 * 9504 = 13,3 * 10^6 \text{ Dj} = 13,3 \text{ gDj}.$$

Bu yerda $E_n = 0,78$ yuzasi kvadrat holdagi l/a ning $l/a = \delta_{\text{av}}/h = 0,5/1,6 = 0,31$ uchun 12 rasmdagi grafik bo'yicha aniqlanadigan keltirilgan keramik darajasi. Jami ishchi darcha orqali issiqlik yo'qotilishi.

$$Q_{\text{uzl}} = 4,79 + 13,3 = 18,09 \text{ gDj}.$$

Yoyli po'lat eritish pechida ikkita eritish davri orasidagi issiqlik yo'qotilishi

7. 2 ta eritish davri orasidagi issiqlik yo'qotilishi pechkaga shixta tashlash davomida u ochiladi va bu davr mobaynida umumiy issiqlik yo'qotilishi ochiq svod orqali issiqlik ko'rsatkichini miqdoriga teng, u esa gaz bilan issiqlik yo'qotilishiga suv bilan sovutuvchi agregat issiqlik o'tkazuvchanligi orqali issiqlik yo'qotishlarga bog'liqdir. Bu kattaliklarni pechni ochiq paytida hisoblash qiyin, chunki futerovkaning ichki qatlami temperaturasi tez tutab ketadi. Shuning uchun 2 ta eritish davri o'rtasidagi issiqlik yo'qotilishi taxminan quyidagiga teng deb olamiz.

$$Q_{\text{tep}} = (Q_{\text{uzl}} + Q_{\text{uzl}} + 0,5 Q_{\text{vx}}) K_n r_n / r_n = (17,06 + 18,09 + 0,5 * 44,188) * 1,15 * 2160/9504 = 14,9615 \text{ gDj}.$$

Bu yerda K_n – hisobga olinmagan yo'qotishlar koeffitsienti.

$$R_n = 1,1 - 1,2 \quad Q_{\text{vx}} = Q_{\text{max}}$$

$$1,378 + 0,9 * 10^6 W_{\text{el}} + 68,559 + 2,21 = 203,654 + 1,117 + 23,932 + 44,118 + 13,2 + 17,06 + 18,09 + 14,9615.$$

$$W_{\text{el}} = 204,23 \text{ gDj} (56,73 * 10^3 \text{ k Vtch}).$$

DSP pechini erish davridagi issiqlik balansi tenglamasidan elektr energiyasidagini topamiz.

DSP pechi erish davridagi issiqlik balansi hisob – kitob natijalari 54 jadvalda keltirilgan.

1 kg suyuq Q uchun elektr energiyaning solishtirma sarfi.

$$\alpha = W_{\text{el}}/Q_{\text{el}} = 204,23/96,5789 = 2,1 \text{ gDj/kg}$$

1 kg Qni yuklashda elektr energiyasini solishtirma sarfi.

$$\alpha_s = \alpha_n/G_M = 204,23/98,0 = 2,084 \text{ gDj/kg} (378,9 \text{ kVt2/kg})$$

Foydali ish issiqlik koeffitsienti quyidagiga teng.

$$\eta_r = Q_{\text{uzl}} + Q_{\text{uzl}} + Q_{\text{uzl}}/Q_{\text{uzl}} = 203,654 + 1,117 + 23,932/336,2115 = 6,48$$

$\eta_{\text{av}} = 0,9$ ni hisobga olib umumiy FIK ni topamiz.

$$\eta_{\text{av}} = \eta_{\text{av}} * \eta_r = 0,9 * 0,68 = 0,612.$$

Pechdan chiqayotgan gaz orqali issiqlik yo'qotilishi miqdori kattadir. Bu esa elektr energiya sarfini bir necha martaga oshiradi.

Yoyli po'lat eritish pechining erish davridagi issiqlik balansi

Issiqlik kelishi moddolari	GDJ. (%)	Issiqlik surf bo'lishi moddolari	GDJ. (%)
Shixta bilan issiqlik miqdori	1,378 (0,39)	Fizik issiqlik - po'latniki - shlak bilan po'latni yo'qolishi...	203,654 (57,48)
Yoy bilan issiqlik miqdori	264,1085 (77,81)	- shlakni fizik issiqlik gaz bilan issiqlik yo'qolishi...	1,117 (0,32)
Ekzotermik reaksiya orqali kechgan issiqlik miqdori	68,959 (21,17)	Fe ₂ O ₃ zarrachalari bilan issiqlik yo'qolishi...	44,188 (12,54)
		Issiqlik o'tkazuvchanligi orqali issiqlik yo'qotilishi...	13,2 (3,73)
	2,21 (0,63)	Suv bilan issiqlik yo'qotilishi...	17,06 (6,25)
Shlak hosil bo'lishining issiqlik miqdori		Ikki erish davri o'rtasidagi issiqlik yo'qotilishi...	18,09 (7,66)
			14,9615 (5,26)
Jami:	336,2555 (100,0)	Jami:	336,2555 (100,0)

Pechning transformatoridagi quvvati. Erish davridagi o'rtacha quvvati.

$$N_{\Sigma} = W_{\Sigma} / \tau_{\Sigma} = 204,23 \cdot 10^6 / 7344 = 27,81 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

Yuqori qavatni aniqlaymiz. $K = 0,75 - 0,9$ koeffitsientini quvvatini qabul qilib olamiz.

$$N = N_{\Sigma} / K = 27,81 \cdot 10^3 / 0,825 = 33,71 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

Ko'rsatkichni qabul qilib, o'rtacha og'irlik koeffitsientini quvvatini $\cos \varphi = 0,707$ kerakli butun quvvat transformatorini topamiz.

$$N' = N / \cos \varphi = 33,71 \cdot 10^3 / 0,707 = 47,68 \text{ kVt.}$$

Bu ko'rsatkich 3 fazali transformator quvvatini standart bo'yicha hisobga olinadi.

Nazorat savollari.

1. Metallurgik korxonalarda yoyli pechlarda po'lat olish qanday amalga oshiriladi?
2. Oksidlanish jarayonida nometall qo'shimchalarning chiqib ketishi.
3. Kisloroddan tozalash jarayoni haqida gapirib bering.
4. Yo'ldosh elementlarning uglerodli va legirlangan po'latlarga qanday ta'sir ko'rsatadi?

Umumiy savollar:

1. Shixtaning o'rtacha miqdori qanday aniqlanadi?
2. Kislorod sarfini aniqlashda kislorodning miqdori qanday aniqlanadi?
3. Oksid massasini aniqlash uchun qaysi natijalardan foydalaniladi?
4. Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini aniqlang.
5. Shlak qoldig'idagi SiO₂ miqdorini toping
6. Ohak sarfini qaysi usulda hisoblaymiz?
7. Yaroqli metallning chiqishini hisoblash qanday parametrlar orqali bajariladi?
8. Marten pechining tuzilishi va ishlashi haqida ma'lumot bering
9. Marten pechni ishga tushirish.
10. Po'latlarni skrap-rudali usulda ishlab chiqarish
11. Nordon marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish
12. Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularni oshirish yo'llari
13. Metallurgik korxonalarda yoyli pechlarda po'lat olish qanday amalga oshiriladi?
14. Oksidlanish jarayonida nometall qo'shimchalarning chiqib ketishi
15. Kisloroddan tozalash jarayoni haqida gapirib bering.
16. Yo'ldosh elementlarning uglerodli va legirlangan po'latlarga qanday ta'sir ko'rsatadi?

GLOSSARIY

Абсолютная температура	mutlaq harorat	absolute temperature	Kelvin darajasida ifodalangan O° harorat.
Абсорбат	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Абсорбент	Absorbent	absorbent	absorbtsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	absorber	absorbtsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbtsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi.
Агент	Agent	agent	sistemaga qo'shilgan jarayonni maqsadga muvofiq o'zgartiruvchi modda yoki moddalar aralashmasi
Агрегат	Агрегат	aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o'zaro birikib yiriklashgani.
Адиабатический процесс	Adiabatik jarayon	adiabatic process	tashqi muhitdan mutloq ajratilgan sistemada

Адсорбент	Shimuvchi	adsorbent	boradigan jarayon sirti shimish qobiliyatiga ega bo'lgan sintetik yoki tabiiy qattiq modda (mas: ko'mir)
Адсорбер	Shimdirgich	Adsorber	shimilish jarayoni o'tkaziladigan dastgoh
Адсорбция	Shimilish	Adsorption	eritmadagi molekula va ionlarning qattiq jisim sirtiga yutilishi
Активатор	Faollantiruvchi	activator	reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda
Активация	Faollantirish	activation	moddaning fizik-kimyoviy faolligini oshirish
Абсолютная температура	mutlaq harorat	absolute temperature	kelvin darajasida ifodalangan O° harorat
абсорбат	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Абсорбент	Absorbent –	absorbent	absorbtsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	absorber	absorbtsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbtsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning

			suyuqlikning butun hajmiga yutilishi
Агрегат	Agregat	aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o'zaro birikib yiriklashgani.
Анион	Anion	acid ion	elektroledning suvda eriganidan hosil bo'lgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).
Аниониты	Anionitlar	anionite	o'z anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega bo'lgan ion almashtiruvchi modda
Аппарат	Dastgoh	apparatus	jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma uskuna.
Ареометр	Areometr	hydrometer	suyuqlikning solishtirma og'irligini o'lchaydigan asbob
Аэрация	Aeratsiya	aeration	suyuqliklarni havo bilan to'yintirish
Аэрозоль	Aerazol	aerosol	ichida qattiq yoki suyuq zarrachalar muallaq joylashgan gaz muhitli kolloid sistema

Аэромесь	Havo aralashmasi	aeromixture	qattiq yoki suyuq yonilg'ilarning havo bilan aralashmasi
Бак	Suvdon	tank\ vat	suv yoki boshqa suyuqlik saqlanadigan idish
Бактерия	Bakteriya	bacterium	bo'linish yo'li bilan ko'payuvchi oddiy va bir hujayrali yadrosiz mikroorganizm
Бактериальное выщелачивание	Bakteriyali tanlab eritish	bacterial-leaching	ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish
Бактериологическое обогащение	Bakteriyali boyitish	bacteriological enrichment	foydali qazilmalarni bakteriyalar ishtirokida boyitish
Водяная баня	Qosqon	water bath	kichik hajmli kimyoviy idishlarni va ularning ichidagi ashyolarni isitish yoki sovutish uchun ishlatiladigan suvli idish
Бассейн	Havza	basin	havo yoki suyuq modda to'plangan joy
Биотехнология	Biotechnologiya	biotechnology	Mikroorganizmlar ishtirokida ruda tosh va boyitmalardan metallarni ajratib

Благородные металлы	Nodir metallar	noble metal	olish usuli. oltin, kumush, platina va platinoidlar (palladiy, iridiy, radiy, ruteniy va osmiy) ning texnika va firdagi umumiy nomi. Ularning tashqi ko'rinishi chiroyli va kimyoviy turg'un bo'lganligi uchun shunday nom berilgan.
Баня	Tos	pool	suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish
Вентиляция	Shamollatish	ventilation	bino, xona havosini yaxshilash maqsadida havo almashtirish
Влагосодержащие	Namlik	moisture content	ashyolarning tarkibidagi suvning miqdori
Влагомер	Nam o'lchagich	moisture meter	materialning namligini o'lchash asbobi
Влагопоглощение	Namtortishlik	moisture absorption	materiallar va buyumlarning suvini yutish va o'zida saqlab turish xossasi.
Влагостойкость	Namga chidamlilik	moisture resistant	ashyolarning vaqt davomida nam havoda o'z hususiyatini yo'qotmay turish qobiliyati.

Влажность	Namlik	humidity dampness	ashyodagi suvning miqdori
Внутренняя энергия	Ichki energiya	internal energy	sistemaning ichki holatiga bog'liq bo'lgan energiya
Водоочистка	Suvni tozalash	water treatment	idishga va sanoatda ishlatishga halaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni
Водоподготовка	Suv tayyorlash	water treatment	suvni iste'molchi uchun etadigan miqdorda va talabdagi tozalikda tayyorlab berish jarayoni
Водоснабжение	Suv ta'minoti	water supply	korxonani etarli miqdorda suv bilan ta'minlash ishlari
Восстановитель	Qaytaruvchi	ignition	oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida elektron berish qobiliyatiga ega bo'lgan modda
Выход концентрата	Boyitma chiqishi	outlet of concentrate	boyitish jarayoni natijasida chiqqan boyitma massasini dastlabki ashyolar umumiy massasiga nisbati, foizlar hisobida.
Выход (металла) по энергии	Energiya bo'yicha (metall ning) chiqishi	power efficiency	elektroliz jarayonida foydali ishga surflangan energiya miqdorini ko'rsatuvchi kattalik.
Выщелачивание	Tanlab critish	leaching	ruda va boyitmalardan

			maxsus sharoitlarda metallarni eritmaga o'tkazish jarayoni
Выпаривание	Bug'lanish	evaporation	moddani qaynash baroratidan yuqori darajada qizdirib, gaz holatiga o'tkazish
выброс	Otilma	ejection, out- burst	suyuq ashyolar ichida gazlarning to'planib qolishi natijasida, ularning otilib chiqish jarayoni
Вскрытие	Yuzani ochish	break-down	reaksiyaga kirishayotgan moddani o'rab turgan nojins elementlardan tozalash.
Вязкость	Qovushqoqlik	viscosity	Harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir- biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik, qarshilik miqdori molekulalarning o'zaro tortishuv kuchlariga bog'liq
Вязующие материалы	Qovushtiruv- chilar	binder	olovbardosh g'ishtlarni tayyorlashda ularning tarkibiga qo'shiladigan organik va anorganik

			moddalar(mas: oha k, sement, va b.).
Десорбция	Desorbsiya	desorption	yutilgan ionlarni qattiq (yoki suyuq) modda tarkibidan chiqarish. Sorbsiya ga teskari jarayon.
Десорбер	Desorber	desorber	desorbsiya jarayonini amalga oshiruvchi dastgoh
Диаграмма	Diagramma	diagram	taqqoslanayotgan kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni yaqqol ko'rsatuvchi chiziqli tasvir.
Диспергирование	Disperslash	dispersion	suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini taqsimlanishini ta'minlash, maydal ash
Дисперсность	Disperslik	dispersivity	mayinlik (maydalik) darajasi
Диссоциация	Dissotsiatsiya	dissociation	kimyoviy parchalanish
Добыча	qazilma	mining	konlardan qazib olingan mahsulot
Дымоход	Tutunquvur	smoke stack	pechlardan chiqayotgan gazlarni mo'riga o'tkazib qo'yadigan kanal.
Зола	Zollar	sols	suyuq dispers muhitdagi yuqori dispersli kolloid

Золото	Oltin	gold	sistema nodir metallarga mansub kimyoviy unsur, belgisi Au, i.s. 79, at. m. 196. 967. chiroyli sariq rangli metall. E.x. 1063 ^o S. kislotalarda erimaydi.
Известковая вода	Ohakli suv	limewater	kalsiy asosining to'yingan eritmasi.
Известковое молоко	Ohak suti	lime milk	ohakli suvdagi suzib yuruvchi so'ndirilgan ohak Ca(OH)_2 zurrachalari.
Известняк	Ohaktosh	limestone	asosan CaCO_3 tashkil topgan tog' jinsi.
Известь	ohak	lime	ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot (CaO).
Извлечение	Ajralish	extraction	texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining ko'rsatkichi. ajralay otgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi, foizlar hisobida

Кислота	Kislota	acid	Tarkibida harakatchan vodorod atomlari bo'lgan kimyoviy birikmalar sinfi.
Кислотность	Nordonlik	acidity	Eritmalardagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha, uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.
Кислотостойкость	Nordonbardosh lik	acid resistance	Buyum va jismlarning nordon muhitda o'z xossalari saqlab qolish qobiliyati
Лакмус	Lakmus	litmus	Tabiiy ranglanuvchi modda. Muhutning tasnifini aniqlash uchun ishlatiladi, (nordon muhitda ko'karadi, ishqoriy muhitda qizaradi).
Лом	Lom	crow-bar	Ishdan chiqqan mashina, uskuna va boshqalarning metalli bo'lgi.
Люк	Tuynuk	chute	Metallurgiya dastgohlarining ustki qismidan ochilgan eshikli teshik. Ulardan dastgoh ichida borayotgan jarayonlarni nazorat qilish

			uchun foydalaniladi.
Набухание	Bo'kish	swelling	Atrof muhitdan suyuqlik yoki bug'ni yutish hisobiga qattiq jismlar hajmining kengayishi.
Насос	Nasos	pump	Suyuqlik va gazlarni bosim ostida harakatga keltiruvchi gidromashina.
Насыпь	To'kma	Embankment	Sochiluvchan ashyolar (tuproq, qum, ruda) uyumi.
Обезвоживание	Suvsizlantirish	Dehydration	moddada erkin bog'lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni. Bu tindirish, suzish yoki moddani qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi
Обезмедиживание	Missizlantirish	Decopperization	Metall, qotishma, toshqol va boshqa ashyolardan misni chiqarib olish jarayoni.
Обезуглероживание	Ko'mirsizlantirish	Decarburization	Suyuq metall tarkibidagi uglerodni yo'qotish jarayoni.
Обессеривание	Oltinugurt-sizlantirish	desulphurization	Yuqori haroratda moddalar tarkibidagi oltinugurti oksidlash yo'li

Осадок	Cho'kma	precipitate	Cho'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot.
Осаждение	Cho'ktirish	Precipitation	Suspensiya va emulsiyalardan mayda, qattiq zararlarni og'irlik kuchi ta'sirida ajratish.
Пассиватор	Susaytirgich	passivator	Jarayonning tezligini sekinlashtiruvchi moddalar (asosan oksidlovchila
ПДК (предельно допустимая концентрация)	RFK (ruxsat etilgan konsentratsiya)	safeconcentration	Zaharli moddalarning insonga zarar etkazmaydigan konsentratsiyasi.
Радиоактивность	Radiofaollik	Radioactivity	Radiy, aktin va boshqa unsurlar atomlarining o'z-o'zidan emirilib, alfa, beta, gamma nurlar chiqarib, boshqa elementlarga aylanib turish xodisasi.
Растворитель	Erituvchi	solvent	Moddalarni eritish xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlik.
Растворение	Eritish	dissolution	Moddani erituvchi ta'siri ostida suyuq holatga keltirish.
Раствор	Eritma	solution	Ikki yoki undan ortiq a'zoldan iborat bir jinsli aralashma.

Эритмалар:			Erilmalar:
буферли, идеал, қаттиқ,			buferli, ideal, qattiq,
qotishma, suyuq, gazli,			qotishma, suyuq, ga
va h.k. bo'ladi. Eritma			zli, va
va erituvchidan iborat.			h.k. bo'ladi. Eritma
			va erituvchidan
			iborat.
Реагент	Reagent	reagent	Kimyoviy reaksiyada ishtirok etuvchi modda.
Реактив	Reaktiv	chemical agent	Laboratoriya, ilmiy tadqiqot ajribalarida ishlatiladigan kimyoviy modda
Реактор	Reaktor	reactor	kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan dastgoh.
Реакция	Reaksiya	reaction	Moddalar, ion, molekula yoki zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashish jarayoni.
Седиментация	Cho'kish	Sedimentation	Gravitatsion maydon va markazdan qochina kuch yordamida eritmudan qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi
Селективное извлечение	Tanlab ajratish	selective extraction	Metallni yoki metall birikmalarini kon mahsulotlaridan tanlab ajratib olish
Селективные	Saylanma	selective	Ko'p ionlar

реагенты	reaktivlar	reagent	orasidan bir xil ionlar bilangina reaksiyaga kirishuvchi moddalar
Сквозина	Qudug	hole	Suyuq yoki gaz holdagi moddalarni erostidan chiqarib olish uchun mo'ljallangan qurilma.
Смолы	Qatron	resin	Yuqori polemirtli uglevodlar zanjirining fazoviy turidan tashkil topgan, tarkibida ion almashuvi faol guruhlari bo'lgan organik qattiq modda.
Фаза	faza	phase	CHegara sirtlari bilan ajratilgan va tashqi kuch ta'sir qilmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan sistema.
Фарфор	Chinni	porcelain	Suyuqlik va gazlarni shimmaydigan, tuproq, qum, kaolinit va dula shpati qorishmasiga shakl berilgandan keyin yuqori haroratda qizdirib olinadigan oq sopol.

Хвосты	Chiqitlar	tailings	Tarkibida metall miqdori kam bo'lgan keraksiz jinslar. Ular chiqindixonalarda saqlanadi. Keyinchalik uni xom ashyo sifatida ishlatish mumkin.
Цветные металлы	Rangli metallar	non-ferrous metal	Temir va uning birikmalaridan boshqa hamma metallarning sanoatdagi umumiy nomi.
Цианирование	Sinillash	Cyanidation	Nodir metallarni sinil eritmasi bilan tanlab eritish jarayoni.
Чан	Chan	precipitator	Katta chuqur to'garak idish. Bo'tanani aralashtirish, tindirish uchun ishlatiladi.
Щелочь	Ishqor	alkali	Suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.
Щелочноземельные металлы	Ishqoriy er metall	alkali earth metal	Kalsiy, stronsiy, seziiy, bariy, rodiylarning umumiy nomi.
Щелочные металлы	Ishqoriy metall	alkalimetal	Natriy, litiiy, kaliylar ning fundagi umumiy nomi.
Эвтектика	Evtektika	eutectic	Ikki yoki undan ortiq moddalarning shunday nisbatdagi aralashmasiki, uning erish harorati boshqa har qanday

			nisbatdagi aralashmalarning hamda alohida-alohida komponentlarning erish haroratidan past bo'ladi.
Эквивалент	Teng qiymat	equivalent	(Qarang: Ximicheskiy ekvevalent).
Экзотермическая реакция	Ekzotermik reaksiya	exothermic reaction	Issiqlik chiqarish bilan boradigan reaksiya.
Экспресс-Анализ	Tezkor tahlil	express train	Texnologik jarayonlarni nazorat qilish uchun qo'llaniladigan tadbir va kimyoviy tahlil usullari.
Экстрагенты	Ekstragentlar	extraagent	Eritmadagi ion va molekulalar bilan birikma hosil qiltuvchi va hosil bo'lgan birikmasi boshqa biror organik suyuqlikda eruvchi organik modda.
Экстрагирование	Ekstraksiyalash	extraction	Eritmadagi ion va molekulani organik fazaga o'tkazish.
Экстрактор	Ekstraktor	extractor	Ekstraksiyalash dastgohi.
Экспериментальный цех	Tajriba sexi	experimental plant	Yangi taklif qilingan texnologik jarayonlarni amalda sinab ko'rish uchun ishlatiladigan dastgohlar o'rnatilgan bino.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Corby G. Anderson, Robert C. Dunne, John L. Uhrig Mineral Processing and Extractive Metallurgy Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (February 18, 2014)
2. Sachdeva, R.C. Fundamentals of Engineering Heat and Mass Transfer (SI Units) HMR Institute of Technology & Management, Delhi 4th edition, 2014
3. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 544 с.
4. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов – М.: ИКЦ «Академ книга», 2007 – 464 с.
5. Леонтьев Л.И. и др. Сырьевая и топливная база черной металлургии: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академ книга», 2007 – 304 с.
6. Явойский В.И., Теория процессов производства стали. М.: Металлургия 2001, 124 с.
7. Юсупходжаев А.А., Балтабаева Г.Т. «Прямое получение железа из руды» Т.: ТГТУ., 2004 г. 60 с.
8. Юсфин Ю.С. «Теория металлизации железорудного сырья» М.: Металлургия. 1999 г. 256 с.
11. Development of technique of definition of fective extent of metallization poor iron ore raw materials in the context of local conditions Aribjanova D.E., Yusupkhodjaev A.A.

Elektron resurslar

<http://www.ziyo.net>
<http://www.rudmet.ru>
www.misis.ru
www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm
www.weimar.de
www.rate.h1.ru

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I-bob Qora metallurgianing asosiy tushunchalari.....	6
1.1 O'zbekiston qora metallurgiyasini rivojlantirish.....	6
1.2 Po'lat va uni ajratib olish usullari klassifikatsiyasi.....	10
II-bob Homashyo va uni po'lat eritishga tayyorlash.....	14
2.1 Domna pechi yordamisiz temir olish usullari. Temirni rudadan bevosita olish jarayonining roli va ahamiyati.....	14
2.2 Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olish.....	19
2.3 Metallurgik jarayonlarda materiallar balansi va hisobini tuzish qoidalari.....	23
2.4 Gidratlar va karbonatlarning parchalanishi, suvni yo'qotish.....	25
2.5 Po'lat eritish pechlarida eritish uchun metallashgan materiallar olishning zamonaviy texnologiyalari. Romelt texnologiyasi.....	30
2.6 Temirli rudalardan metallashgan materiallar olish uchun shixta tarkibini hisoblash.....	34
2.7 Temir va temir oksidlarining xossalari.....	41
2.8 Temir oksidlarining tiklanish termodinamikasi.....	45
2.9 Boshqa elementlarning tiklanish termodinamikasi.....	50
2.10 Qotishmadagi komponentlarning aktivligi bo'yicha hisoblar.....	54
III-bob Oksidlarning tiklanish kinetikasi.....	58
3.1 Oksidlarni tiklashdagi asosiy muammolar. Adsorbion-avtokatalitik nazariya.....	58
3.2 Fe-S sistemasida eksperimental ma'lumotlar bo'yicha hisobotlar.....	61
3.3 Oksidlarning tiklanish kinetikasi, adsorbsiya, qattiq fazadagi jarayonlar. Fazalar chegarasida reaksiya.....	63
3.4 Tiklanish jarayoni tezligiga turli omillarning ta'siri.....	68
3.5 Granulalangan cho'yan olish texnologiyasi.....	74
3.6 Uglerod bilan to'yingan temir eritmalarida marganesning miqdoriy tarkibini hisoblash.....	77
3.7 Metallning uglerodlanishi.....	78

3.8 Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi hisobi.....	82
3.9 Metallashtirish jarayonida issiqlik almashuv asoslari.....	84
3.10 Metallashtirish uchun temir tarkibli xomashyolar va tiklovchilar.....	90
3.11 Metallashtirish uchun tiklovchilar.....	93
3.12 Temirni rudadan ajratib olishda oltingugurt.....	96
3.13 Temir tarkibli boyitmalarni qayta ishlash texnologik jaryonlari tasnifi. Metallashgan temir olishda midrex, Hill jarayonlarining tasnifi.....	98
3.14 Qattiq fazadagi kimyoviy reaksiyalar.....	105
3.15 Temirli qotishmalarda temirning miqdorini aniqlash.....	108
3.16 Zarrachalarning kuyish jarayoni.....	109
3.17 Metallashgan materiallar oksidlanishining matematik modeli.....	114
3.18 Respublikamizda metallashgan okatish ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llanilishi.....	117
3.19. Respublikamizda metallashgan okatish ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llanilishi.....	122
IV-bob Po'lat ishlab chiqarish.....	127
4.1 Po'lat ishlab chiqarish uchun shixta materiallari.....	127
4.2 Po'lat quyish jarayonlarining termodinamikasi.....	136
4.3 Po'lat quyishda hosil bo'lgan shlaklarning fizik-kimyoviy xossalari.....	142
4.4 Uglerodning oksidlanishi asosiy reaksiyasi, uning po'lat eritish jarayonidagi roli.....	146
V-bob Kislorod-konverter jarayoni.....	151
5.1 Konverter jarayonining asoslari va maqsadlari.....	151
5.2 Kislorodli konverteridan ajralayotgan shlakni miqdori va tarkibini aniqlash.....	168
5.3 Kislorod konverteridan ajralayotgan gazning tarkibini aniqlash.....	171
5.4 Marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish usullari.....	178
5.5 Yoyli pechlarda po'lat eritish texnologiyasi.....	198
Glossariy.....	220
Foydalanilgan adabiyotlar.....	236

A.A. Yusupxodjayev

D.Ye. Aribjonova

G.B. Beknazarova

B.R. Karimjonov

PO'LAT ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlari 5310300 "Metallurgiya" ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Muharrir: — N.X. Abduraxmonova

Musahhih: — D.X. Usmanova

Musavvir: — N.X. Abduraxmonova

Kompyuterda
sahifalovchi: — N.X. Abduraxmonova

Г

Noshirlik faoliyatini boshlagani haqida vakolatli
davlat organini xabardor qilgani to'g'risida

TASDIQNOMA

№ 3991

2020 yil 30 oktyabrda bosishga ruxsat etildi

Bichimi 60x84, 1/16. Times New Roman garniturasida.

Ofset bosma. Shartli bosma tobog'i 15, nashr bosma tobog'i 15.

Adadi 200 nusxada. 14-sonli buyurtma

Toshkent shahar, Uchtepa tumani, maxorat-71

"Shafolat nur fayz" MChJ bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent shahar, Olmazor tumani, Nodira-19

Telefon +99899 993-83-36

ISBN 978-9943-6740-0-4



9 789943 674004