

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**QORA METALLURGIYADA YANGI
TEKNOLOGIYALAR**

METALLURGIYA

ТОШКЕНТ-2021

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua dastur Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligining 2020-yil 7-dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi

Tuzuvchilar: TDTU «Metallurgiya» kafedrasini mudiri, PhD, dots. B. T. Berdiyarov
TDTU «Metallurgiya» kafedrasini dots. PhD
S. T. Matkarimov

Taqrizchi: AF NITU «MISiS» k. t. n... dots. S. R. Xudoyarov

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2020- yil 18-dekabrda 4-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	4
II. MODULNI YOQITISHDA FOYDALANILADIGAN INTYERFAOL TA'LIM METODLARI.....	10
III. NAZARIY MATYERIALLAR	15
IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.....	43
V. KEYSLAR BANKI.....	67
VI. GLOSSARIY	71
VII. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR	83

I ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktyabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, energiya ishlab chiqaruvchi korxonalar va texnologiyalarning zamonaviy holati, rivojlanish tendensiyalari, energiya ishlab chiqarish texnologiyalaridan foydalanishda birlamchi energiya manbaalari turlarini diversifikatsiya qilishning asoslari, energiya ishlab chiqarish texnologiyalari bo‘yicha rivojlangan xorij davlatlarining tajribalari, qora metallurgiyaning texnologik jarayonlari, qora metallarni qayta ishlash jarayonlari, ularning usullari va texnologiyalari dastgoxlari hozirgi kundagi muammolari hamda istiqbolli jarayonlari.bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish malakalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning maqsadi: Qora metallurgiyada boyitmalarni qayta ishlab asosiy komponentni ajratib olishning texnologik jarayonlari hamda samarali texnologiyalari, qayta ishlashning yangi usullari va texnologiyalari kabi

manbalarni o'rgatishdan iborat.

Modulning vazifalari:

Bugungi kun talablariga mos holda, qora metalli boyitmalarni qayta ishlab toza mahsulot olish sifatini ta'minlash maqsadida oldingi va hozirgi texnologiyalarni taqqoslash; metall saqlovchi xom ashyo tarkibidagi barcha qimmatbaho moddalarni ajratib olishga qaratilgan texnologik jarayonlarni tanlash; qayta ishlash jarayonlarining samaradorligini aniqlash.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

“Qora metallurgiyada yangi texnologiyalar” kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- rivojlangan xorijiy davlatlarda va Respublikada qora metallurgiyaning zamonaviy ahvoli va istiqbollari;
- qora metallarni ishlab chiqarish jarayonlariga qo'yiladigan talablar;
- metallurgik korxonalarida hosil bo'ladigan chiqindilarni atrof- muhitga ta'siri haqida **bilimlarni egallashi;**

Tinglovchi:

- qora metallarni saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlashning texnologik sxemalarini tuzish;
- ikkilamchi texnogen chiqindilarni sinflarga va turlarga ajratish;
- metall saqlovchi xom ashyo tarkibidagi barcha qimmatbaho moddalarni ajratib olishga qaratilgan texnologik jarayonlarni tanlash **ko'nikma va malakalarini egallashi;**

Tinglovchi:

- qora metall saqlovchi xom ashyolarni tahlil qilish asosida metallurgik ishlab chiqarishga loyiqligini aniqlash;
- texnogen chiqindilarning sifati va miqdorini aniqlash, turli texnologik jarayonlarni qo'llab ularni qayta ishlash va chiqindisiz texnologiyalarni yaratishda atrof-muhitni himoya qiluvchi texnologiyalarni ishlab chiqish **kompetensiyalarini egallashi lozim.**

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

“Qora metallurgiyada yangi texnologiyalar” kursi ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va “Assesment”, “Venn diagrammasi”, “Xulosalash” kabi interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Qora metallurgiyada yangi texnologiyalar” moduli mazmuni o‘quv rejadagi “Ikkilamchi texnogen chiqindilarni qayta ishlash” va “Ishlab chiqarishning ekologik muammolari” o‘quv modullari bilan uzviy bog‘langan holda pedagoglarning rangli metallurgiya bo‘yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta’limdagi o‘rni

Modulni o‘zlashtirish orqali tinglovchilar rangli metallurgiyada istiqbolli yo‘nalish va texnologiyalarga doir kasbiy kompetentlikka ega bo‘ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modulmavzulari	Tinglovchining o'quvu klamasi, soat			
		jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chmama shg'ulot
1.	Qora metallurgiyada yangi texnologiya yaratishning nazariy asoslari.	2	2		
2.	Yuqori haroratlarda o'tadigan metallurgik jarayonlarini tahlil qilishning umumiy asoslari.	2	2		
3.	Temirni rudadan bevosita olish jarayonlari.	2	2		
4.	Qora metallurgiyada qo'llanayotgan yangi texnologiyalar.	2	2		
5.	Shixtaning o'rtacha tarkibini va material balansini hisoblash.	2		2	
6.	Pechning asosiy o'lchamlarini aniqlash	2		2	
7.	Eritish davrining energetik balansi va issiqlik kelishini hisoblash	2		2	
8.	Ikki vannali po'lat eritish jarayonining issiqlik balansini hisoblash	2		2	
9.	Induksion qo'rilmalarni hisoblash	4		4	
	Jami:	18	8	10	

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Qora metallurgiyada yangi texnologiya yaratishning nazariy asoslari

Yuqori haroratlarda kechadigan metallurgik jarayonlarning termodinamikasi. Yuqori haroratli metallurgik jarayonlarning termokimyosi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni va kimyoviy reaksiyalarning

yoʻnalishi. Metallurgiyada kimyoviy muvozanat. Metallurgik jarayonlarda kechadigan reaksiyalarning muvozanat konstantasini haroratga bogʻliqligi.

2 – mavzu. YUqori haroratlarda oʻtadigan metallurgik jarayonlarini tahlil qilishning umumiy asoslari

Jarayon va dastgohlarni hisoblashning asosiy maqsadi. Jarayonni statik holatda hisoblash. Jarayonni yoʻnalishi. Jarayonning kinetikasini hisoblash.

3 – mavzu. Temirni rudadan bevosita olish jarayonlari

Poʻlat eritish jarayonida suyuqlanmani aralashtirish samaradorligi. Temir rudalarini bevosita tiklashda qattiq va gaz fazalarining oʻz-aro taʼsirlashuvi. Temirni rudadan bevosita olish jarayonlari. XIL – III jarayonida temirni bevosita olish texnologiyasi.

4 – mavzu. Qorametallurgiyada qoʻllanayotgan yangi texnologiyalar

Elektrolitik temir olish texnologiyasini rivojlantirish. Kangro usuli bilan temir rudasidan metallni ajratib olish. Galvanotexnika usullari.

AMALIY MASHGʻULOT MAZMUNI

1-amaliy mashgʻulot: Shixtaning oʻrtacha tarkibini va material balansini hisoblash.

DSP pechlarida shixtaning oʻrtacha tarkibini, material balansini, issiqlik balansini (issiqlik kelishi va sarflanishi) hisoblash.

2-amaliy mashgʻulot: Pechning asosiy oʻlchamlarini aniqlash.

Elektr yoyli poʻlat eritish pechlarida suyuq metall hajmi. Metall oyna diametri, ishchi oynasining darajasi aniqlash.

3-amaliy mashgʻulot: Eritish davrining energetik balansi va issiqlik kelishini

hisoblash Issiqlik kelishini hisoblash. Issiqlik sarfini hisoblash. Pech tubi orqali yoʻqolishini hisoblash. Pech transformatorining quvvatini hisoblash.

4-amaliy mashgʻulot: Ikki vannali poʻlat eritish jarayonining issiqlik balansini hisoblash.

Ikki vannali po‘lati eritish pechlarida shixtaning o‘rtacha tarkibini, material balansini, issiqlik balansini (issiqlik kelishi va sarflanishi) hisoblash.

5-amaliy mashg‘ulot: Induksion qo‘rilmalarni hisoblash

Issiqlik hisobi. Elektrik hisoblash. YUzada qizdirish uchun induktor hisoblash. Oraliq qizdirish uchun induktor hisobini olib borish.

TA’LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI

Ta’limni tashkil etish shakllari aniq o‘quv material mazmuni ustida ishlayotganda o‘qituvchini tinglovchilar bilan o‘zaro harakatini tartiblashtirishni, yo‘lga qo‘yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o‘qitish jarayonida quyidagi ta’limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruza;
- amaliy mashg‘ulot.

O‘quv ishini tashkil etish usuliga ko‘ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- yakka tartibda.

Jamoaviy ishlash – Bunda o‘qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o‘quv maqsadiga erishish uchun o‘zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

Guruhlarda ishlash – bu o‘quv topshirig‘ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o‘quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtirokchi) faol rol o‘ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta’limni tashkil etish shaklidir. O‘qitish metodiga ko‘ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo‘lish mumkin.

Bir turdagi guruhli isho‘quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

Tabaqalashgan guruhli ish guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

Yakka tartibdagi shaklda - har bir ta’lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.

“Xulosalash” (Rezyume, Veer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trainer-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruxlarga ajratadi;



Training maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilish zarur bulgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarini tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga belgilangan muammoni atroflicha tahlil kilib, o‘z muloxazalarini tavsiya etyotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma baen qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruxlar uz tadimotlarini utkazadilar. Shunga sing, trainer tomonidan belgilangan taulillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlr bilan tuldiriladi va mazu yakundir.

Mavzu qo'llanilishi:

Metallurgik pechlar					
Vanyukov pechi		Ausmelt pechi		Mitsubishi pechi	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

“SWOT-tahlil” metodi.

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• Kuchli tomonlari
W – (weakness)	• Zaif, kuchsiz tomonlari
O – (opportunity)	• imkoniyatlari
T – (threat)	• to'siqlar

Metodning qo'llanilish: Ikkilamchi texnogen chiqindilarni qayta ishlashning texnologik jarayonlarini SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

S	Rux keklari tarkibida 25 % gacha qimmatbaxo rux metali mavjud.	
W	Rux keklarini qayta ishlash jarayonlarida rux metalini to'liq ajratib olmasiligi	
O	Rux keklarini qayta ishlab undan rux	

	metalni ajratib olishda boshqa Au, Ag, Pt va boshqa metallarni ajratib olish imkoni tug'iladi.	
T	Velsevlash jarayonida koks juda ko'p sarf bo'lishi, issiqlikdan foydalanish juda past, ruxni to'liq ajratib olmaslik.	

“T-chizma” metodi

“T-chizma” metodi-munozara vaqtida qo'shaloq javoblar (ha/yo'q, tarafdor) yoki taqqoslash zid javoblarni yozish uchun grafikli metod hisoblanadi.

“T-chizma” metodi jadvali

+ (ha, ijobiy)	- (yo'q, salbiy)

“T-chizma” metodi-bitta konsepsiya (ma'lumot)ning jihati o'zaro solishtirish yoki ularni (ha/yo'q, ha/qarshi) aniqlash uchun ishlatiladi. Ta'lim oluvchilarda tanqidiy mushohada qilish qobiliyatlarini rivojlantiradi.

Ushbu metod qo'yidagicha amalga oshiriladi: “T-chizma” metodi qoidalari bilan tanishtiriladi. YAkka tartibda rasmiylashtiriladi. Ajratilgan vaqt oralig'ida tartibda (juftlikda) to'ldiradi, uning chap tomoniga sabablari yoziladi, o'ng tomoniga esa chap tomonda ifoda qarama– qarshi g'oyalar, omillar va shu kabilar yoziladi.

Jadvallar juftlikda (kichik guruhlarda) taqqoslanishi to'ldirilishi lozim.

Metodning mavzuga qo'llanilishi:

Tinglovchilarni ixtiyoriy ravishda 2-ta kichik guruhlariga ajratish va vazifa berish:

1-guruh vazifa: Birlamchi metal ajratib olishning afzallik va kamchiliklarini aniqlang va jadvalni to'ldiring.

2-guruh vazifa: Ikkilamchi metal olishning afzallik va kamchiliklarini aniqlang va

jadvalni to'ldiring.

Birlamchi metal ajratib olish	
Afzalliklari	Kamchiliklari

2-guruh vazifa:

Birlamchi metal ajratib olish	
Afzalliklari	Kamchiliklari

Har bir kichik guruhlariga vazifalarni bajarish uchun vaqt ajratiladi. Ajratilgan vaqtdan keyin taqdimot qilinadi.

O'qituvchi tomonidan muhokama qilinadi va guruhlar ishi baholaniladi.

«FSMU» metodi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashg‘ulotlarida, mustahkamlashda, o‘tilgan mavzuni so‘rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg‘ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo‘lgan yakuniy xulosa yoki g‘oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog‘ozlarni tarqatiladi:

Φ	• fikringizni bayon eting
C	• fikringizni bayeniga sabab ko'rsating
M	• ko'rsatgich sababingizni isbotlab misol keltiring
y	• fikringizni umumiyLashtiring

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

Metodning mavzuga qo‘llanilishi:

Fikr: “**Tkkilamchi metallarni qayta ishlash dastlabki rudadan metallni ajratib olishga nisbatan samarali**”.

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

III. Nazariy materiallari

1-ma'ruza. Qora metallurgiyada yangi texnologiyalarni rivojlantirishning nazariy asoslari

Reja:

1. Erishning zamonaviy usullari.
2. Qora metallurgiya xomashyo bazasining xususiyatlari.

Kalit so'zlar: oksidlanish jarayonlari, temir rudasi xomashyosi, monomineral shakllanishlar, boy rudalar, kambag'al rudalar, ishqor ajratuvchi metallar.

1.1 Erishning zamonaviy usullari

21-asrda metallurgiya jahon iqtisodiyoti mavjudligi uchun mutlaqo yangi tashqi sharoitlarga duch keladi. Keling, asosiylarini ko'rib chiqaylik.

1. Keskin qisqarish yoki ayrim mintaqalar uchun toza temir rudalari konlarining to'liq yo'qolishi. Tadqiqot agentliklarining fikriga ko'ra, temir rudalarining ba'zi zaxiralari dunyoda qoladi, asosan ular bilan bog'liq elementlar mavjud emas. "Sof ruda" tushunchasining o'zi ham o'zgaradi. 21-asrda elementlarning tarkibini 0,001% va undan ortiq darajada e'tiborsiz qoldirish endi mumkin bo'lmaydi. Shunday qilib, qazib olishga ketadigan temir rudalari murakkab rudalar sinfiga kiradi va faqat bitta elementni (temir) qazib olishga asoslangan texnologiya 21-asrda mavjud bo'lish huquqiga ega bo'lmaydi. Shu sababli, ma'lum bir jarayonning istiqbollari xom ashyolardan kompleks foydalanish imkoniyati va qaytarib bo'lmaydigan yo'qotishlar jarayonida yo'l qo'yilgan komponentlarning qiymatini hisobga olgan holda baholash kerak.

2. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalarini iste'mol qilishga nisbatan qat'iy talablar. Neft va tabiiy gazdan foydalanishning ustuvor yo'nalishi transport, kimyo va farmatsevtika sanoati, energetika va kommunal xizmatlar tomonidan saqlanib qolmoqda. Ushbu turdagi yoqilg'idan metallurgiya uchun foydalanish chegaralari tobora kamayib boradi, shuning uchun eng istiqbolli jarayonlar neft va tabiiy gazni sezilarli darajada iste'mol qilish bilan bog'liq bo'lmagan jarayonlar bo'ladi.

3. XX asrda nihoyat xomashyo va metallarning jahon bozorlari shakllandi. Bugungi kunda ko'plab metallurgiya sanoat korxonalarini uchun xorijiy mamlakatlardan keltirilgan xomashyo va yoqilg'idan foydalanish yanada foydali bo'ldi. 21-asrda bu tendentsiya yanada kuchayadi.

4. Aglomeratlangan xom ashyo va qora metallarning sifatiga qo'yiladigan talablar keskin oshadi. Bugungi kunda mahsulotlarga qo'yiladigan talablar ko'p jihatdan oldingisiga qaraganda qattiqroq. Shuning uchun afzalliklar mahsulotlarning yuqori sifatini ta'minlaydigan jarayonlarga beriladi - bu temir va po'latni global ishlab chiqarish uchun yangi hodisa.



1.2 Qora metallurgiya xomashyo bazasining xususiyatlari

Ko'rsatilgan temir javhari resurslari 100 dan ortiq mamlakatlarda ma'lum. 2003 yil boshida ular 620 milliard tonnani tashkil etadi, ularning muhim qismi Amerika chuqurligida 39,7%, Rossiya 18,1%, Osiyo 15,4%, Avstraliya va Okeaniya 9,9%, Evropa 8,9% va Afrika 8,1%. Temir rudasining eng katta

aniqlangan manbalariga milliard tonna ega: Rossiya 112, AQSh 110, Braziliya 100 Avstraliya 60, Xitoy 40, Hindiston 20, Kanada – 10.

Temir rudalarining umumiy zaxiralari 301,9 milliard tonnani tashkil etadi, shu jumladan tasdiqlangan – 156,7 milliard tonnani tashkil etadi. Umumiy va tasdiqlangan zaxiralar bo'yicha Osiyo etakchi o'rinda turadi: jahon zaxiralarining mos ravishda 19,4 va 21,0%. Undan keyingi o'rinda Amerika mavjud bo'lib, unda jami 19,2% va 16,2% aniqlangan zaxiralar mavjud, Rossiya - 18,6 va 21,3%, Afrika - 15,3 va 12,3%. , 8% va 17,4%, Avstraliya va Okeaniya - 13,7 va 11,8%.

To'qqiz mamlakatda 3 milliard tonna yoki undan ko'proq zaxiraga ega. Ular jahon zaxiralarining 70,3 foizini yoki 110,5 milliard tonnani tashkil etadi, jumladan: Rossiya - 21,3 foiz, Avstraliya - 11,5 foiz, Ukraina - 9,7 foiz, Xitoy - 9,6 foiz, Braziliya – 4,8%, AQSh – 4,4%, Hindiston – 4,2%, Qozog'iston – 2,6%, Shvetsiya – 2,2%.

Базы Черной Metallургии.

Уральская база	Центральная база	Сибирская база
Старейшая база использует как собственное сырьё, так и привозное. Дает половину всего металла страны.	Основана на железных рудах КМА и Кольского полуострова и привозном угле Воркуты	Находится в стадии формирования, на собственных ресурсах Кемеровской области
Нижний Тагил, Магнитогорск, Челябинск, Новотроицк	Новолипецк, Новый Оскол, Старый Оскол, Череповец	Новокузнецк, Анджеро - Судженск

Temir rudasi sanoatining mineral va xom ashyo bazasi to'rtta asosiy geologik va sanoat tipidagi konlardan tashkil topgan. Temir rudalarining

tasdiqlangan zaxiralarida (71,3%) hozirgi joy magnetit-gematit rudalarining metamorfogen konlari prekambriyadagi ferruginli kvartsitlar va slanetslarda joylashgan. Odatda bu turdagi konlar yirik temir rudasi havzalarida uchraydi. Ular Rossiya, Ukraina, Hindiston, Gabon, Gvineya, Janubiy Afrika, Braziliya, Venesuela, Kanada, AQSh, Avstraliyada o'rganilgan.

Cho'kindi qirg'oq - dengiz konlari yoki effuziv-cho'kindi qatlamlari bilan chegaralangan gidrogetit - shamozit - siderit rudalari konlarida jami tasdiqlangan zaxiralarning 11,4% to'plangan. Ushbu turdagi depozitlar Rossiya, Ukraina, G'arbiy Evropa, Qozog'iston, Xitoy, Shimoliy Afrika, AQSh va Avstraliyada keng tarqalgan.

Rossiya, Vetnam, Qozog'iston, Eron, Tyup-tsii va Osiyo va Afrikaning boshqa mamlakatlarida, shuningdek AQShda temir zahiralar bilan aloqa qiladigan metasomatik va gidrotermik metasomatik konlar (aniqlangan zaxiralarning 7,3%) o'rganilgan. Peru va Chili.

Magmatogen apatit - magnetit, shuningdek ilmenit-titanomagnetit konlari, shu jumladan tasdiqlangan zaxiralarning 6,5%, asosan Evropa va Janubiy Afrikada ma'lum. Eng kattalari Rossiya, Shvetsiya, Tanzaniya, Uganda va Janubiy Afrikada o'rganilgan.

Ресурсообеспеченность стран

страна	Запасы (млрд.тонн)			Добыча (млн.тонн)		
	нефть	уголь	Железная руда	нефть	уголь	Железная руда
Россия	6.7	200	71.0	304	281	107
Германия	0.2	111	2.9	12	249	0
Китай	3.9	272	40.0	160	1341	170
Саудовская Аравия	35.5	0	0	404	0	0
Индия	0.6	29	19.3	36	282	60
США	3.0	445	25.4	402	937	58
Канада	0.7	50	25.3	126	73	42
Бразилия	0.7	12	49.3	61	29	162
ЮАР	0	130	9.4	0	206	33
Австралия	0.2	90	23.4	29	243	112

Иккиламчи турларнинг ulushi: ferruginli lateritlarning konlari, ob-havo qobig'idagi ferromanganets konlari va ilmenit konlari - magnetit va titanomagnetit rudalari qirg'oq bo'yidagi dengiz plaserlari bilan bog'liq bo'lib, tasdiqlangan zaxiralarning jami 3,5 foizini tashkil etadi. Birinchi ikki turdagi depozitlar Gretsiya, Yugoslaviya, Filippin, tropik Afrika mamlakatlari va Kubada keng tarqalgan; uchinchi turi Indoneziya, Yaponiya, Yangi Zelandiya, Janubiy Afrika, Boliviya, Braziliyada.



2003 yilda temir rudasi dunyoning 43 mamlakatida qazib olindi, uning asosiy miqdori magnetit - gematit rudalari ferruginli kvartsit va slanetsdagi konlarda. Ushbu turdagi konlarning aksariyati ochiq usulda qazib olinadi. Ekstraksiya jarayonida temirning ekstraksiya koeffitsienti 0,8 ga teng, boyitish esa $\sim 0,95$ ga teng. Cho'kindi gidrogetit \rightarrow shamozit - \rightarrow siderit rudalarining deyarli 60% ochiq usulda va 40% \rightarrow ostida yer osti qazib olinadi. Ishlab chiqarish jarayonida tiklanish koeffitsienti 0,75 ga teng, boyitish esa $\sim 0,80$ ga teng. Kontaktlarning taxminan 70% metasomatik va gidrotermik - metasomatik konlari ochiq usulda qazib olinadi. Ishlab chiqarish jarayonida tiklanish koeffitsienti 0,75 ga teng, boyitish esa $\sim 0,80$ ga teng. Magmatogen ilmenit - \rightarrow apatit - magnetit rudalarining deyarli 70% er ostidan qazib olinadi. Tog'-kon qazib olishda tiklanish darajasi taxminan 0,7 ga teng, qayta tiklanish esa 0,95 ga teng.

Nazorat savollari

1. Qora metallurgiyaning yangi istiqbolli yo'nalishlari.
2. Qattiq kamaytiruvchi moddalar bilan metallni qayta tiklash.

3. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalarini iste'mol qilish.
4. Xom ashyo va metallarning jahon bozorlari.
5. Temir rudasi sanoatining mineral va xom ashyo bazasi

Adabiyotlar ro'yxati

1. TREATISE ON PROCESS METALLURGY Industrial Processes Editor-in-Chief SESHADRI SEETHARAMAN Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
2. M. Shamsuddin Physical Chemistry of Metallurgical Processes Wiley-TMS; 1 edition (February 29, 2016)
3. Corby G. Anderson, Robert C. Dunne, John L. Uhrig Mineral Processing and Extractive Metallurgy Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (February 18, 2014)

2-ma'ruza. Yuqori haroratda yuz beradigan metallurgiya jarayonlarini tahlil qilishning umumiy asoslari.

Reja:

1. Po'lat ishlab chiqarishning rivojlanish tarixi
2. Domna eritish rivojlanishining boshlanishi
3. Hozirgi kunga qadar yuqori o'choqli jarayonning rivojlanishi
4. Temirli rudalarni yuqori o'choqli eritish uchun tayyorlash

Kalit so'zlar: shamolli yamaqlar, yuqori temir, portlash konversiyasi, gaz ko'tarilish oqimini kamaytirish, yuqori o'choqli pechlar, ko'p o'choqli pechlar, quvurli pechlar, EAF jarayoni, BOF jarayoni.

2.1 Po'lat ishlab chiqarishning rivojlanish tarixi

Qadimgi davrlarda faqat meteorik temir ma'lum bo'lgan va zargarlik buyumlari va boshqa kichik maqsadlarda ishlatilgan. Taxminan 3500 yil oldin, odamlar temirni javharlarni kichik pechlarda eritib tijorat maqsadlarida temir ishlab chiqarishni o'rgandilar.

Temir davri miloddan avvalgi 1200 yillarda boshlangan. Temir kichik pechlarda yoki ko'mir va temir rudalaridan iborat zaryaddan tuproqli chuqurlarda eritilgan. Kuydirgi yordamida yonish jarayoni uchun zarur bo'lgan havo o'choqqa puflandi. Shamolli yonbag'irlarda qurilgan pechlarning tabiiy puflanishi ham havoni ta'minlash uchun ishlatilgan. Körüklü havo ta'minoti qo'lda amalga oshirildi va bu o'choq balandligini taxminan 2 m ga qadar chekladi va zaryad taxminan 0,5 metrgacha qizdirildi. Pechning harorati ko'tarilganda, pechning puflanishi to'xtatildi va eritilgan temir pechning puflanadigan devoriga qarama-qarshi devoridagi teshikdan chiqarildi. Ushbu pechlarning mahsuloti bloklarga quyiladigan kritik temir deb nomlangan mahsulotdir. Shunday qilib, tanqidiy qayta taqsimlash rudadan po'latni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish usuli edi.

2.2 Domna eritish rivojlanishining boshlanishi

700-800 yil oldin shamollatish va sovutish tizimining takomillashtirilishi yuqori o'choqlarni qurish va shu bilan o'choq hajmini oshirishga imkon berdi. Pechning hajmining oshishi yanada qizg'in yonish jarayoniga erishishga imkon berdi, bu esa temirni eritish va uglerod bilan kamaytirish jarayonlarini kuchayishiga olib keldi.

Yuqori o'choq jarayoni eng qadimgi jarayonlardan biri hisoblanadi, ammo u hali ham quyish uchun temir va po'lat ishlab chiqarishning asosiy usuli hisoblanadi.

Birinchi domna pechlarida pechning taglik maydoni 6 m², tosh bloklardan yasalgan devorlarning balandligi taxminan 6-8 metrni tashkil etgan.

Yuqori o'choq tor tomoqqa ega edi, u orqali ko'mir va temir rudalaridan iborat zaryad yuklandi; Tuyeralardan taxminan 0,5 m masofada qaynoq nuqta bor edi.

Temir oksidlari ko'mir yoki koksni yoqish paytida hosil bo'lgan qaytaruvchi gazning metall holatga ko'tarilish oqimi bilan kamaytirildi. Ruda minerallari va ko'mir erib, eritilgan temir yuzasida cüruf qatlamini hosil qildi. Eritilgan mahsulotlar pechdan ma'lum vaqt oralig'ida chiqarildi. Cho'yan shaklidagi temir,

keyinchalik po'lat ishlab chiqarish yoki quyish uchun qumdan yasalgan qoliplarga quyildi. Birinchi yuqori o'choqlarning dizayni yuqori o'choqlarga o'xshash edi.

Vaqt o'tishi bilan pechning o'rtasini kengaytirish orqali siz ko'mir sarfini kamaytirishingiz va metall ishlab chiqarishni ko'paytirishingiz mumkinligi aniqlandi. Pechni shamollatish va sovutish tizimining yaxshilanishi balandroq va kattaroq yuqori o'choqlarni qurishga imkon berdi

2.3 Bugungi kunga qadar yuqori o'choqli pechning rivojlanishi

XVII asrda temir ishlab chiqarish uchun ko'mirni iste'mol qilish katta o'rmonlarning yo'q qilinishiga olib keldi, bu esa sanoat domnalari uchun muqobil energiya manbasini izlashga undadi.

Ko'mirdan koksgacha

Ko'mir an'anaviy ravishda qazib olinib, tijorat maqsadlarida ishlatilgan, ammo uning tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo'lganligi sababli po'lat ishlab chiqarishda foydalanish cheklangan. Ko'mirni po'lat ishlab chiqarishda ishlatish uchun ko'mirni koksga aylantirish jarayonlari bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi. 1709 yilda Angliyada Ibrohim Darbi birinchi marta kokni yuqori o'choqlarda yonilg'i sifatida ishlatgan. Hamma ko'mir ham yuqori o'choq uchun koks ishlab chiqarish uchun mos emas edi. Koks ishlab chiqarish uchun ko'mir ma'lum reaktivlikka ega bo'lishi kerak edi va Darby bunday koksni olishga muvaffaq bo'ldi. Koks ko'mirga qaraganda arzonroq va katta mexanik kuchga ega edi. Bu balandroq va kattaroq yuqori o'choqlarni qurishga imkon berdi, bu esa po'lat quyish uchun yuqori sifatli cho'yan ishlab chiqarishga imkon berdi. Shunday qilib, yuqori pechlar uchun koks ixtirosi sanoat inqilobini tezlashtirdi. Koks ixtirosi ko'mirdan foydalanishni deyarli butunlay o'zgartirdi.

2.4 Yuqori o'choqni eritish uchun temir rudalarini tayyorlash

Yuqori rudada temir rudasini eritishdan oldin ruda oldindan tayyorlanadi. Rudalardan eritish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadigan tarkibiy qismlarni olib tashlash kerak. Masalan, ayrim turdagi rudalarda temir limonit ($\text{FeO}(\text{OH}) + n\text{H}_2\text{O}$) shaklida bo'ladi, u tarkibida ko'p miqdordagi suv, siderit (FeCO_3) tarkibida CO_2 va barcha temir rudalarida oltingugurt bor. Rudalardan eritish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadigan tarkibiy qismlarni olib tashlashga imkon beradigan

usullardan biri bu qovurishdir. Tavlash shuningdek magnetitni gematitgacha oksidlaydi.

Temir javhari qovurish uchun har xil turdagi o'choqlardan foydalanish mumkin - ko'mir, gaz va suyuq yoqilg'ini yoqilg'i sifatida ishlatadigan bir nechta o'choq pechlari, quvurli pechlar.

Hozirgi vaqtda temirli rudalarni qovurish jarayoni sinterlash jarayoni bilan almashtirildi. Aglomeratsiya jarayoni aglomeratsiya mashinasida amalga oshiriladi, bu metall konveyer bo'lib, uning har bir bo'g'ini - poddon - bu panjara. Koks bilan aralashtirilgan ruda konveyerga bunkerdan yuklanadi. Otish natijasida aglomerat hosil bo'ladi - kuchli gözenekli massa.

Yuqori o'choq oqimlari va yoqilg'i

Sinterlash va granularni ishlab chiqarish uchun yuqori o'choq zaryadining yoki zaryadning ajralmas tarkibiy qismi oqimdir. Ularning asosiy maqsadi gang oksidlari va koks kuli eritish haroratini pasaytirishdir. Ushbu oksidlarning har biri alohida-alohida yuqori o'choq o'chog'idagi o'rtacha haroratga (1400-1500 OS) nisbatan ancha yuqori erish haroratiga ega, ular: OS: SiO₂-1728; Al₂O₃ - 2040; CaO - 2570; MgO - 2800. Bundan tashqari, oqimlarni qo'shish yuqori o'choqli cürufning kimyoviy tarkibini to'g'irlaydi, unga kerakli fizik-kimyoviy xususiyatlarni beradi, pigmentga yoki boshqa elementga (kremniy, marganets, oltingugurt va boshqalar) o'tish darajasining o'sishini yoki aksincha pasayishini ta'minlaydi.), ya'ni ma'lum kimyoviy tarkibi va yuqori sifatli chigitni olish.

Olovli pechga kiritilgan chiqindilar tarkibiga qarab, oqimlar asosli, kislotali va alyuminiy oksiddan iborat.

Yuqori o'choqni eritish uchun kiradigan temir javhari materiallarida alyuminiy oksidi juda yuqori bo'lgan hollarda, cüruf tarkibidagi tarkibni normal fizik-kimyoviy xususiyatlarini ta'minlaydigan maqbul chegaralarga tushirish uchun zaryadga kislotali oqimlarni kiritish zarur bo'ladi. Yuqori o'choq cürufidagi SiO₂: Al₂O₃ nisbati kamida 3 - 4 bo'lishi kerak. Kislotali oqim sifatida silika chiqindi jinslari bilan kambag'al temir javhari ishlatiladi. Masalan, Kursk magnit anomaliyasi rudalarini alumina chiqindi jinslari bilan eritib olish uchun Kryvyi Rig rudasini kremniy chiqindi tosh bilan qo'shib qo'yishni talab qiladi, bu aslida

kislotali oqimdir; ba'zida bu maqsadda 60-70% gacha temir oksidi va 25 ni o'z ichiga olgan payvandlash shlaklari ishlatiladi. 35% kremniy. Bunday holda, nafaqat shlakdagi alyuminiy oksidi miqdori kamayadi, balki ishlab chiqarish chiqindilarining temiridan ham foydalaniladi.

Alyuminiy oksidlari kamdan-kam hollarda maxsus quyma temirni eritishda yoki ma'danlarni ohak-magneziya chiqindi jinsi bilan qayta ishlashda, shlakdagi alyuminiy oksidi miqdorini ko'paytirish zarur bo'lganda ishlatiladi. Odatda, shu maqsadda alyuminiy sanoati uchun mos bo'lmagan yuqori alyuminiy chiqindi jinsi yoki kambag'al boksit bilan temir rudalari ishlatiladi.

Oqimni tanlash uchun muntazamlik qo'llaniladi, unga ko'ra ma'lum bir oksidga qarama-qarshi kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan oksid qo'shilsa, tizimning (aralashmaning) erish nuqtasi sezilarli darajada pasayadi. Aksariyat hollarda rudalarning chiqindi jinslari kislotali oksidlar, asosan kremniy oksidi bilan ifodalanganligi sababli, kaltsit va dolomit (CaMgCO_3) ning izomorf aralashmasi bo'lgan ohaktosh (mineral kalsit CaCO_3) va kamroq tez-tez dolomitlangan ohaktosh bo'lgan asosiy oqimlar eng keng tarqalgan. Sof kalsit tarkibida 56% CaO va 44% CO_2 mavjud.

Yuqori o'choq jarayonining normal o'tishini ta'minlaydigan temir ishlab chiqarish uchun zaryadning ajralmas komponenti yoqilg'idir. Domna eritishida u uchta asosiy funktsiyaga ega:

1. Yoqilg'ining uglerod va vodorodlari temir oksidi va boshqa elementlarni kamaytiruvchi moddalardir.
2. Yoqilg'i - bu ma'dan materiallarini yuqori haroratgacha qizdirish uchun zarur bo'lgan issiqlik manbai bo'lib, unda intensiv kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi, temir va cüruf eriydi. Yonish paytida maksimal issiqlik miqdorini olish uchun yoqilg'ida uchuvchan bo'lmagan uglerod miqdori yuqori bo'lishi va shunga mos ravishda minimal kul miqdori bo'lishi kerak. Ikkinchisi, cürufga o'tib, uning chiqishi va yoqilg'ining nisbiy sarfini oshiradi. Domna eritishining pasaytiruvchi xususiyati vodorod kabi tarkibiy qismni isitishga imkon bermasligi sababli yoqilg'ida uchuvchi moddalar miqdori past bo'lishi kerak, ya'ni C: H nisbati yuqori.

3. Yoqilg'i yuqori o'choqli zaryad kolonnasining etarlicha yuqori gaz o'tkazuvchanligini ta'minlaydi, uning yumshatuvchi moddasi, ayniqsa, zaryadning ma'dan qismi eriydigan yuqori haroratli mintaqada. Ushbu sohada qattiq yoqilg'i o'ziga xos panjarani (nozul) hosil qiladi, u orqali tutun gazlari o'tadi, eritish suyuq mahsulotlari o'choqqa tushadi. Pechning ushbu zonasida qattiq topaklar qatlami bo'lmagan taqdirda, yuqori o'choqli eritish mumkin emas.

Shu nuqtai nazardan, yuqori o'choqli yoqilg'i yuqori o'choqdagi barcha harorat oralig'ida etarlicha yuqori quvvatga ega bo'lgan yumaloq material bo'lishi kerak, shunda eritish paytida ko'plab jarima hosil bo'lmaydi, bu esa yuqori o'choq zaryadining gaz o'tkazuvchanligini pasaytiradi. Yoqilg'ining dastlabki yumshatilishi yuqori o'choqqa yuklanishidan oldin mayda fraktsiyalarni saralash orqali ta'minlanadi. Shu bilan birga, yoqilg'i bo'laklari yuqori g'ovakliligiga ega bo'lishi kerak (60 - 80%), bu uning tuynalarda yonish intensivligini ta'minlaydi. Bundan tashqari, yoqilg'ida zararli aralashmalar, xususan oltingugurt va fosfor miqdori minimal bo'lishi kerak, bu temir sifatini sezilarli darajada pasaytirishi yoki yoqilg'ining nisbiy sarfini oshirishi mumkin.

Yuqori o'choq jarayonining po'lat ishlab chiqarishda o'rni

Chelik ikki turdagi xom ashyodan ishlab chiqariladi: eritilgan yoki cho'yan va qayta ishlangan po'lat qoldiqlari ikki turdagi jarayonlardan foydalangan holda: kislorod konvertorlarida temirni puflash (BOF jarayoni) va elektr yoyi pechlarida po'lat ishlab chiqarish (EAF jarayoni).

BOF jarayonida yuqori o'choqlardan olingan eritilgan cho'yanning taxminan 75% va po'lat qoldiqlarining 25% kislorod konvertorlariga yuklanadi.

EAF jarayonida 100% po'lat qoldiqlari kamon pechlari uchun xom ashyo manbai hisoblanadi. Ba'zi fabrikalarda to'g'ridan-to'g'ri qisqartiruvchi temir (DRI) texnologiyasi qo'llaniladi, bu yuqori o'choqli po'lat ishlab chiqarishga alternativa (portlashsiz jarayon).

Hozirgi vaqtda yuqori o'choq eritishining 66 foizga yaqini konversiya (yuqori o'choq - kislorod konverteri) va eritilgan po'latning 31 foizga yassi po'lat ishlab chiqarish pechlarida ishlab chiqariladi.

Yuqori o'choq jarayoni ikki asr davomida po'lat sanoati uchun xom ashyo

(cho'yan) ishlab chiqarish uchun ishlatilganiga qaramay, u o'z ahamiyatini yo'qotmadi. Hozirgi vaqtda rudalardan po'lat ishlab chiqaradigan korxonalarining 93% yuqori o'choqlardan foydalanmoqda.

Nazorat savollari

1. Temir davrining boshlanishi.
2. Yuqori pechni eritish qanday rivojlandi?
3. Bugungi kunga qadar domen jarayoni qanday rivojlandi?
4. Temir o'choqlarini eritish uchun qanday ma'danlar tayyorlanadi?
5. Yuqori o'choqni eritish uchun qanday turdagi oqimlar va yoqilg'ilar ishlatiladi?

Adabiyotlar ro'yxati

1. TREATISE ON PROCESS METALLURGY Industrial Processes Editor-in-Chief SESHADRI SEETHARAMAN Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
2. M. Shamsuddin Physical Chemistry of Metallurgical Processes Wiley-TMS; 1 edition (February 29, 2016)

3-ma'ruza

Temirni rudalardan bevosita olish jarayonlari

Reja:

1. Suyuq metallni olish uchun qo'shimcha o'choqli jarayonlar
2. Suyuq metallni bevosita ishlab chiqarishning bir bosqichli usullari
3. Rudalar va konlarning mineralogiyasi

***Kalit so'zlar:** ko'p bosqichli jarayonlar, bir bosqichli jarayonlar, val pechkalari, aylanadigan pechlar, oqimli qatlamli reaktorlar, tsiklonli kameralar, konveyer mashinalari, agregatlar, yakuniy pasayish, metallni eritish, metallni tozalash, qarshilik elektr pechlari, induksion elektr pechlar, elektr yoy pechlari, plazma elektr pechlar, nurli pechlar.*

To'g'ridan-to'g'ri temirni kamaytirish

Suyuq metallni to'g'ridan-to'g'ri temir javhari materiallaridan, sanoat miqyosida ham, laboratoriya va yarim sanoat sinovlari bosqichida olish uchun qo'shimcha jarayonlar, kamaytiruvchi moddalar va hosil bo'lgan mahsulotlar tomonidan ishlatiladigan agregatlar turiga ko'ra juda xilma-xildir, shuning uchun ular turli pozitsiyalardan tasniflash. Avvalo, suyuq metallni portlashsiz ishlab chiqarish bo'yicha barcha taklif etilayotgan texnologik va mantiqiy sxemalarni ikki guruhga bo'lish maqsadga muvofiq: temir javhari materiallarini suyuq metallga qayta ishlash yo'lida ikki va undan ortiq bosqichlarni nazarda tutadigan ko'p bosqichli jarayonlar va bir bosqichda - bitta birlikda olib boriladigan jarayonlar.

Ko'p bosqichli jarayonlarga temir javhari materiallarini qizdirish va kamaytirish, hosil bo'lgan metallni eritish va tozalash kiradi. Ushbu bosqichlarning barchasi bitta texnologik zanjirda ishlaydigan har xil turdagi birliklarda amalga oshirilishi mumkin. Masalan, temir javhari materiallarini qizdirish va qisman qisqartirish uchun val yoki aylanadigan pechlar, oqimli qatlamli reaktorlar, tsiklonli kameralar, konveyer mashinalari yoki boshqa agregatlar va metallni elektr energiyasi bilan ishlaydigan pechlar (qarshilik, induksiya, du \rightarrow) ni kamaytirish, eritish va tozalash uchun foydalanish mumkin. gaz, plazma), aks ettiruvchi pechlar va boshqalar.

Turli xil haroratlarda olib boriladigan temir javhari materiallarining pasayishi va erishi bosqichlarining vaqt va makonda bo'linishi ko'p bosqichli jarayonlarning asosiy afzalligi hisoblanadi, chunki bu agregatlarning olovga chidamli qoplamasining qarshiligini oshirishga, kiruvchi hodisa - materiallarning cho'kishi va yopishishiga yo'l qo'ymaslik imkonini beradi. Shuningdek, ko'p bosqichli jarayon keyingi bosqichlarning birliklaridan chiqadigan gazlarning issiqlik va kimyoviy energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishga imkon beradi. Shaxsiy bosqichlar va umuman jarayon tartibga solish va boshqarish uchun mosdir.

Ko'p bosqichli jarayonlarning nochorligi - bu alohida bo'linmalarning ishlashining o'zaro bog'liqligi, oldindan pasayish bosqichida nisbatan past haroratlar, ularning darajasi qayta tiklangan temir javhari materiallarining erishi boshlanishi harorati bilan cheklangan. Bu qayta tiklanish tezligini va natijada

umuman ko'p bosqichli jarayonning samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatini yo'q qiladi.

Dastlabki tiklanish bosqichida ishlatilishi mumkin bo'lgan birliklarning xilma-xilligi sababli ko'p bosqichli jarayonlarni ushbu birliklarning turlari bo'yicha guruhlash maqsadga muvofiqdir: aylanma valli pechlar, siklon kameralari va boshqalar.

Bir bosqichda suyuq metallni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish uchun yuqori haroratli jarayonni tashkil qilish orqali ko'p bosqichli usullarga xos kamchiliklarni bartaraf etish mumkin. Bunday holda, metallni isitish, kamaytirish, eritish va tozalash bosqichlari bir birlikda birlashtiriladi. Temir javhari materiallarini qayta ishlash cheksiz yuqori haroratda amalga oshirilishi mumkin, bu jarayonning kinetik parametrlariga va birlikning unumdorligiga ijobiy ta'sir qiladi.

Suyuq metallni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarishning bir bosqichli usullari

Bir bosqichli jarayonlarning nochorligi shundaki, yuqori haroratda temir javhari materiallarini qaytarish va eritish jarayonlarini o'z vaqtida ajratib bo'lmaydi. Bu temir oksidlarini o'z ichiga olgan suyuq eritmalar mavjudligini oldindan belgilab beradi, bu agregatlarning refrakter qoplamasiga agressiv ta'sir qiladi. Bir bosqichli jarayonlarni amalga oshirishda qat'iy belgilangan tarkibdagi metallni olish va uni tartibga solish masalasi ham muammoli.

Ushbu kamchiliklarga qaramay, yuqori haroratni pasaytirishning bir bosqichli jarayonlari kokssiz metallurgiya muammolarini hal qilish uchun eng katta qiziqish uyg'otadi. Reduksiya jarayonlari shartlariga va temir javhari materiallarini oldindan qisqartirish bosqichida ishlatiladigan birliklar turiga ko'ra ko'p bosqichli jarayonlar shimgichni temir ishlab chiqarishning ilgari ko'rib chiqilgan usullaridan kam farq qiladi.

Shu munosabat bilan biz suyuq metallni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish uchun bir bosqichli yuqori haroratli jarayonlarni ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Suyuq metallni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarishning bir bosqichli usullarini shartli ravishda ikki turga bo'lish mumkin. Birinchi tur, temir javhari materiallarining

qisqarishi qattiq fazada sodir bo'ladi, undan keyin eritish va temir oksidlarini eritmadan qo'shimcha kamaytirish (ya'ni kamaytirish - eritish sxemasi bo'yicha). Ikkinchi tur, temir oksidlarini kamaytirish temir rudasi materiallari eritmasidan (ya'ni eritish-qaytarilish sxemasi bo'yicha) amalga oshirilganda.

Kamaytirish agentlari

Temirni rudalardan to'g'ridan-to'g'ri qaytarilishida asosiy narsa temir oksidlarini qaytaruvchi moddalar yordamida metall holatga keltirishdir. Metall oksidlarni kamaytirish uchun ishlatiladigan eng keng tarqalgan kamaytiruvchi moddalar uglerodning turli xil shakllari (uglerod o'z ichiga olgan materiallar) yoki vodoroddir. Temirni rudalardan to'g'ridan-to'g'ri qaytarish jarayonida reduktantlarning roli yuqori o'choqli pirojniyda ishlatiladigan reduktantlarning rolidan bir oz farq qiladi. To'g'ridan-to'g'ri pasayishda, qattiq fazalar o'rtasida erimay qaytarilish natijasida kimyoviy reaksiyalar kamayadi. Temirni rudalardan to'g'ridan-to'g'ri qaytarish jarayonida qattiq va qattiq yoki qattiq va gaz fazalari o'rtasida qaytarilish reaksiyalari sodir bo'ladi. To'g'ridan-to'g'ri qisqartirishda reaksiya tezligini oshirish uchun maxsus choralar ko'rish kerak.

To'g'ridan-to'g'ri qaytarish jarayoni suyuqlik fazasi hosil bo'lmasdan davom etayotganligi sababli, shlakni metallardan ajratib bo'lmaydiganligi sababli, qaytaruvchi moddalar tarkibidagi aralashmalar eritish paytida po'lat ichiga o'tishi mumkin, shu sababli, sifatga salbiy ta'sir ko'rsatadigan aralashmalar mavjudligiga nisbatan kamaytiruvchi moddalar sifatiga juda yuqori talablar qo'yiladi. bo'lish.

Temirni rudalardan to'g'ridan-to'g'ri kamaytirishni keng sanoatlashtirish XX asrning ellikinchi yillarida Meksikada reduksiya jarayonlari uchun val pechidan foydalanish bilan boshlandi. Ushbu texnologiya HYLI deb nomlanadi. Oradan 12 yil o'tib, Oregon shtatidagi (AQSh) Portlend shahridagi Midland-Ross korporatsiyasi temirni dastgoh pechlaridagi rudalardan to'g'ridan-to'g'ri kamaytirish uchun birinchi marta tabiiy gazdan foydalangan va bugungi kunda ham ushbu texnologiya qo'llanilmoqda.

Temirni tabiiy gaz bilan to'g'ridan-to'g'ri kamaytirish juda keng tarqalgan

texnologiya, ammo Hindistonda ko'mirni kamaytiruvchi vosita sifatida ishlatadigan fabrikalar mavjud (tarkibida qaytaruvchi moddalar bo'lgan qattiq uglerod).

Tabiiy gaz bilan rudalardan temirni to'g'ridan-to'g'ri kamaytirish

Tabiiy gaz bilan to'g'ridan-to'g'ri kamaytirishning standart texnologiyasi shaftali pech anjirida amalga oshiriladi. 2018-04-02 121 2.

Gazni pasaytirish o'choq valining pastki qismiga beriladi va gaz oqimi temir javhari qatlamidan o'tadi. Chiqindagi gazlar tozalanadi va tabiiy gaz iste'molini kamaytirish maqsadida tabiiy gaz bilan aralashtirilgan joyda isloh qiluvchi vositadan o'tkaziladi. Bug 'islohotchilari ishlatiladigan texnologiyalar mavjud, bu erda chiqindi gazlar islohotchiga bug' va tabiiy gaz bilan beriladi

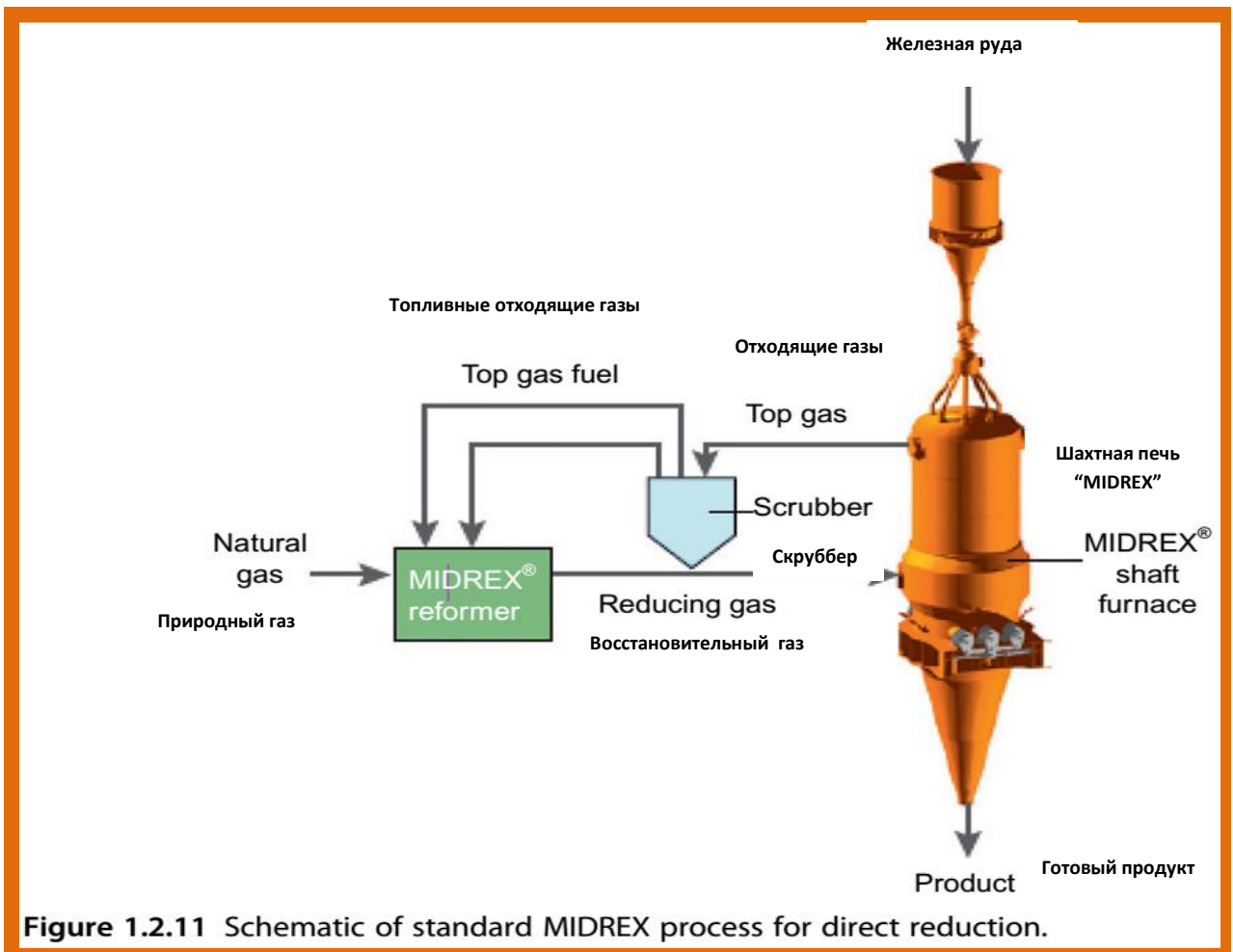
Tabiiy gaz gazni kamaytirish pechlarida bir nechta vazifalarni bajaradi - gazni kamaytirish.

Tabiiy gazni temir javhari qaytarilishida bevosita ishlatish mumkin emas, chunki u temir oksidlarini kamaytirish uchun zarur bo'lganidan pastroq haroratda parchalanadi.

Tabiiy gaz quyidagi uchta asosiy yo'nalishda qo'llaniladi:

- kamaytiradigan gaz ishlab chiqarish uchun xom ashyo;
- pechda va gazni isloh qilishda yuqori haroratni yaratish uchun yoqilg'i manbai sifatida;
- sovutish va karburizatsiya uchun gaz sifatida.

Tabiiy gazni temir oksidini kamaytirish uchun ishlatishdan oldin uni uglerod oksidi va vodorodga aylantirish kerak. Bunga nikel katalizatori ishtirokida maxsus bug '(yoki karbonat angidrid) reformatorlarida erishiladi. Tabiiy gazni uglerod oksidi va vodorodga aylantirish uchun ushbu texnologiya MIDREX® jarayoni deb ataladi.



Rudalar va konlarning mineralogiyasi

Ko'mir, shuningdek, rudalardan temirni qaytaruvchi vosita sifatida ishlatilishi mumkin. Ushbu jarayonlarga RHF va RK kiradi. RHF jarayoni temir oksidini kamaytirish uchun ko'mir va biriktiruvchi moddalarning kompozitsion materialidan foydalanadi. Buning uchun temir o'z ichiga olgan konsentrat kamaytiruvchi vosita bilan aralashtiriladi. Reduksiya qiluvchi vosita granular shaklida bo'ladi. Yuqori haroratda qaytarilish granularida mavjud bo'lgan uglerod va vodorod kislorod bilan ta'sir o'tkazib, uglerod oksidi va vodorodni hosil qiladi. RK jarayonida temir oksidi pelletlari, ko'mir va oqim o'choqqa solinadi. Yuqori haroratdagi pechda ko'mirni tashkil etadigan uglerod va vodorod haroratda kislorod bilan reaksiyaga kirishib CO va H₂ hosil qiladi va temir oksidi bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, uni metall holatga keltiradi.

RK jarayoni asosida rudalardan temirni to'g'ridan-to'g'ri kamaytirish uchun, qaytaruvchi moddasi (ko'mir) ning zarracha kattaligi juda muhim emas.

Redüktatorning zarracha kattaligi 5 dan 20 mm gacha bo'lishi mumkin. RK jarayonidan farqli o'laroq, RHF jarayoni 325 mesh (45 mkm) dan kam bo'lgan 70% sinfdagi reduktor agentining kichik zarralarini ishlatishni talab qiladi.

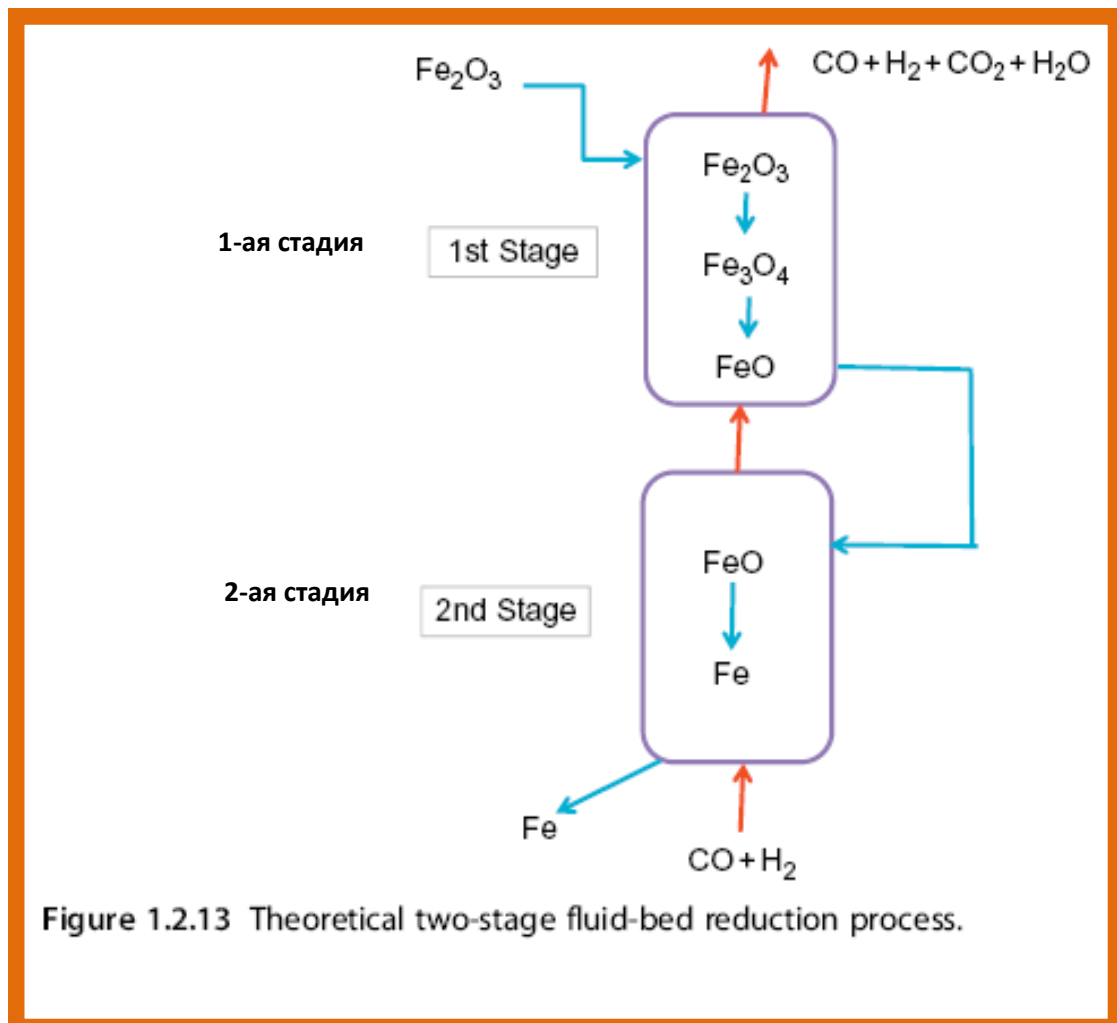
Tijorat to'g'ridan-to'g'ri temirni kamaytirish jarayoni

MIDREX va ENERGIIRON to'g'ridan-to'g'ri temirni kamaytirish jarayonlari xuddi shunday usulda ishlaydi. Ikkala jarayonda ham temir oksidlarini kamaytirish uchun tarkibida 90-95% ($\text{CO} + \text{H}_2$) bo'lgan qaytaruvchi gaz beriladi, bu esa zarur bo'lgan termodinamik hisoblangan miqdordan ikki baravar ko'pdir. Ushbu gaz mil o'chog'ining pasayish zonasining pastki qismiga beriladi. Bu erda temirning vustit shaklida bo'lgan kamaytiruvchi gazlarning ruda granulari bilan to'qnashuvi sodir bo'ladi. Kamaytirish reaksiyalari gazning eng katta pasayish potentsialiga ega bo'lgan yuqori haroratlarda sodir bo'ladi. Gaz o'choqqa oqib tushganda, u haroratni yo'qotadi va quvvatni pasaytiradi, ammo osonroq kamaytiradigan granular bilan to'qnashadi - magnetitdan vustitga, keyin gematitdan magnetitgacha. Gaz pechning yuqori qismlariga o'tayotganda u soviydi va kamaytiruvchi xususiyatlarini yo'qotadi, ammo granular bilan o'zaro ta'sirlashganda magnetit vustitgacha, so'ngra gematit magnetitga aylanadi.

Milya pechining yuqori qismidan chiqadigan chiqindi gazlar 400°C haroratgacha sovgan. Baca gazlaridagi tarkib ($\text{CO} + \text{H}_2$) 70% gacha kamayadi. Ushbu gaz tozalanadi, ajratiladi va islohotchilarga beriladi, u erda ($\text{CO} + \text{H}_2$) tarkibini 90-95% gacha oshirish uchun yangi tabiiy gaz bilan aralashtiriladi. Isloh qilingan gaz temir oksidini kamaytirish uchun yana o'choqqa qaytariladi.

Soot (uglerod birikmasi) sovuq joylarda va metall temir yaqinidagi pechda paydo bo'ladi. Metall temir tabiiy gazni qaytaruvchi moddalarga ajratish uchun katalizator vazifasini bajaradi. Soot paydo bo'lishining oldini olish uchun eng oddiy usul - bu kamaytiruvchi gaz aralashmasiga tabiiy gazni quyish, natijada tabiiy gazni kamaytiruvchi moddalar ($\text{CO} + \text{H}_2$) hosil qilish uchun to'liqroq foydalanishga olib keladi. Bunga temir oksidlarini ikki bosqichda kamaytirish

orqali erishish mumkin va shakl. 3. Jarayonning yaxshiroq kinetikasi uchun jarayonni 3 yoki 4 bosqichda o'tkazish maqsadga muvofiqdir.



2-rasm. Temir oksidlarini ikki bosqichda kamaytirish

Nazorat savollari

1. Suyuq metallni olish uchun portlashsiz jarayonni ishlab chiqish
2. Suyuq metallni bevosita ishlab chiqarish uchun qanday usullardan foydalaniladi?
3. Suyuq metallni bevosita ishlab chiqarish uchun qanday minerallardan foydalaniladi?
4. Ruda mineralogiyasi.
5. To'g'ridan-to'g'ri tiklash jarayonini qo'llash

Adabiyotlar ro'yxati

1. TREATISE ON PROCESS METALLURGY Industrial Processes Editor-in-Chief SESHADRI SEETHARAMAN Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
2. Sachdeva, R.C. Fundamentals of Engineering Heat and Mass Transfer (SI Units) HMR Institute of Technology & Management, Delhi 4th edition, 2014

Dr S 4-ma'ruza

Qora metallurgiyada yangi texnologiyalar

REJA:

1. "Corex" jarayoni
2. "DIOS" jarayoni
3. Hismelt jarayoni

Kalit so'zlar: koksiz usul, eritishni qisqartirishning bir bosqichli jarayoni, eritish reaktori, qaytaruvchi val pechkasi; erituvchi gazlashtiruvchi, yuqori gazni tozalash vositasi

4.1 Coex jarayoni

Qattiq fazada temirni oldindan pasayishi va suyuq fazani qo'shimcha pasayishi bilan bog'liq jarayonlar erish-pasayishni bir bosqichli jarayonini yaratish uchun muvaffaqiyatsiz urinishlar natijasida paydo bo'ldi, shuningdek mahsulot qattiq shimgichli temir bo'lgan qattiq fazalarni kamaytirish texnologiyalarini muvaffaqiyatli ishlab chiqdi.

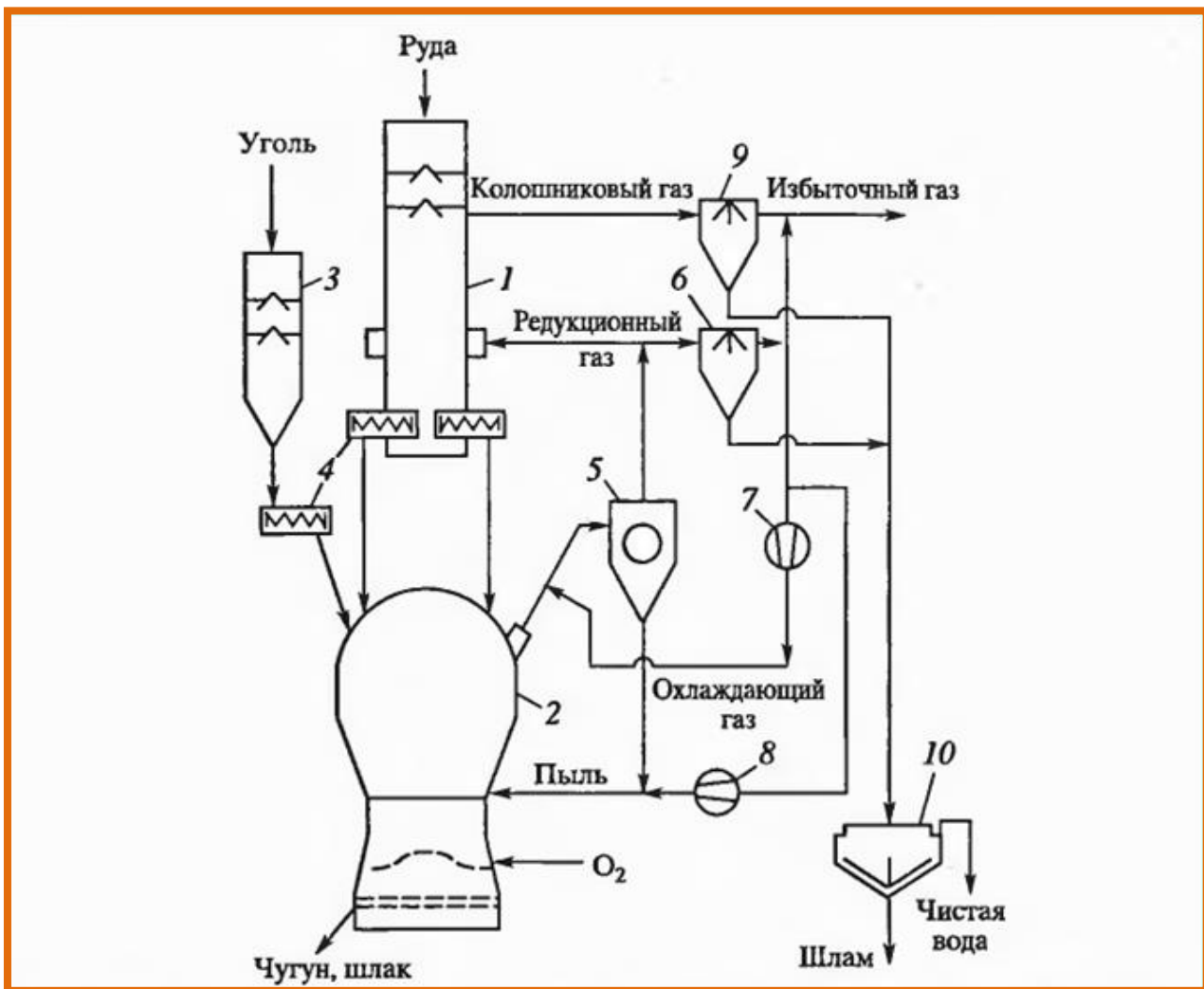
Metallurglarning suyuq temirni ishlab chiqarish usullariga bo'lgan munosabatini o'zgartirgan eng muhim bosqich Germaniyaning Korf Engineering GmbH va VoestAlpineIndiutricanlagcnbauAG Avstriya tomonidan ishlab chiqilgan Sogeh jarayonini sanoat asosida amalga oshirish edi. Jarayonni amalga oshirish bo'yicha birinchi tajribalar 1977 yilda Germaniyaning BadischeStahlwerkAG zavodida amalga oshirildi. Texnologiyani batafsil o'zlashtirish 1981-1987 yillarda (10 kampaniya, 6000 soatlik ish) Germaniyaning Kele shahrida yiliga 70 ming tonna cho'yan ishlab chiqarish quvvatiga ega tajriba zavodida bo'lib o'tdi. 1989 yil

oxirida Janubiy Afrikaning Pretoriya shahridagi Iscor zavodida haqiqiy ishlab chiqarish quvvati yiliga 315 ming tonna cho'yan ishlab chiqaradigan birinchi Sogeh-1000 sanoat kompleksi foydalanishga topshirildi. Sogehproizenbelez jarayoni bilan bugungi kungacha 6 million tonna temir ishlab chiqarildi. Sogeh operatsion kompaniyalari: Janubiy Afrika, yiliga 0,65 million tonna; Hindiston, - yiliga 0,8 million tonna; Janubiy Koreya - yiliga 0,8 million tonna.

Ushbu jarayonda kamaytiruvchi va issiqlik manbai ko'mirdir. O'rnatish (4.1-rasm) bir-birining ustida joylashgan ikkita reaktorga ega: pastki erituvchi reaktor, u erda qaytaruvchi gaz ham qayta tiklanadi va yuqori qaytaruvchi reaktor - gumbazli temir ishlab chiqariladigan val pechkasi, eritish reaktori - bu qurilmaning asosiy bo'lagi. Bu girdobli ko'mir gazlashtiruvchisi. Reaktorga yuklangan ko'mir (0 - 50 mm) reaktorning quyi qismida, kislorod tuyerlari kamari joylashgan joyda, quyilgan qatlamda AOK qilingan kislorod oqimida, harorat esa 2500°S ga etadi, gazlashtiruvchi reaktorning ish maydoni bir necha zonalarga bo'linishi mumkin

Erituvchi gazlashtirgichning yuqori qismi "sönümlleme" xonasi shaklida qilingan. Ushbu zonada vorteks qatlamidan qattiq yoqilg'ining kichik zarralari yotadi, bu ularni gaz oqimi bilan olib tashlashni oldini oladi.

Bu erda qattiq yoqilg'ini gazlashtirish ham amalga oshiriladi. Olingan gaz tarkibida 90 - 95% $\text{CO} + \text{H}_2$ va ($\text{H}_2 / \text{CO} = 0,3$) va 1 - 5% CO_3 , shuningdek ozgina azot mavjud bo'lib, xuddi shu tarkibdagi sovutilgan gaz bilan va 800 - haroratda tozalanganidan keyin suyultiriladi. Shaxta ichiga 900°C puflanib, ruda materiallarini 93% gacha metallashtirish darajasini ta'minlaydi. Yuqoridan yuklangan zaryadlovchi materiallar va ko'mir oqimi ushbu zonadan o'tadi. Ko'mir qatlamidagi yuqori zonadan pastda namlik bug'lanadi, ko'mir pirolizasi va metallashtirilgan zaryadning qo'shimcha tiklanishi boshlanadi.



Keyin ko'mirni qoldiq namlik va CO₂ bilan ozgina gazlashishi sodir bo'ladigan zona mavjud. Bu erda zaryad eriydi va eritmadan temirning kamayishi tugaydi.

Temir karburizatsiyasi yuqori qaytaruvchi valdan boshlanadi va pastki reaktor-gazlashtiruvchida tugaydi.

Metallning erishi girdobli qatlamning pastki uchida kislorodli nozullar yonida sodir bo'ladi. Bu holda 4% gacha S, 0,4-2,5% Si va 0,02-0,1% S gacha bo'lgan quyma temir hosil bo'ladi. Fosfor miqdori ko'mir va ruda materialining tarkibiga bog'liq. Eritilgan temir va shlakning harorati 1450-1550 ° S dir. Kislorodga bo'lgan talab 500-600 m³ / t cho'yanni tashkil qiladi. Ko'mirga bo'lgan ehtiyoj uning sifatiga bog'liq va 950 - 1050 kg / g quyma temirga teng.

4.2 "DIOS" jarayoni

Temirning asosan suyuq-fazali kamayishi jarayonlari ikki bosqichli energetik-kimyoviy ishlarni muvozanatlashtirishga urinishlar natijasida paydo bo'ldi - kamaytirish va eritish.

Zamonaviy texnologiyalarning ushbu guruhida (Dios, AISI, CCF, Hismelt) ahamiyatsiz (30% dan ko'p bo'lmagan) qattiq fazali pasayish, ba'zida temir o'z ichiga olgan aralashmaning erishi (CCF jarayoni) bilan alohida bosqichga ajratiladi va maxsus bo'linmada amalga oshiriladi. Temir oksidlarining yakuniy kamayishi eritishni kamaytiruvchi reaktorlarda - suyuq fazani qaytaruvchi pechlarda amalga oshiriladi. Temir oksidlarini cürufdan kamaytirish ko'mir va hosil bo'lgan quyma temirning uglerod yordamida amalga oshiriladi. Qoida tariqasida, ushbu jarayonlarda (granulalardagi AISI jarayonining birinchi versiyasi bundan mustasno) bir tekis bo'lmagan, ammo tarkibida temir moddasi bo'lgan xom ashyo ishlatiladi.

Qo'shimcha pasayish yuz beradigan shlakli vannani issiqlik bilan ta'minlash uchun uning ustidagi gazni yoki uning hajmini qisman yoqish kerak. Eritishni kamaytiruvchi reaktorda gazni yoqib yuborish temirning asosan suyuq yoki fazali qisqarishi jarayonlari o'rtasidagi xarakterli farqdir. Yonish darajasi (CO₂ + H₂O) / (CO₂ + H₂O + CO + H₂) nisbati bilan tavsiflanadi. Dastlabki pasayish uchun

Corex texnologik gazlashtiruvchi reaktoridan pastroq pasayish potentsialiga ega bo'lgan, suyuq fazani kamaytirish pechidan gaz ishlatiladi.

Ushbu turdagi inshootlarni ishlatish jarayonida suyuqlikni kamaytirish va dastlabki kamaytirish tizimiga rudani yuklash bilan kelishmovchiliklar bo'lmasligi uchun suyuq fazani kamaytirish pechining unumdorligi jarayoniga ta'sirini kamaytirish masalasini hal qilish kerak. Suyuq fazani kamaytirishning deyarli barcha qurilmalari yuqori bosim ostida ishlaydi va ularni yopish kerak. Suyuq temir tarkibidagi xom ashyoni oldindan qizdirish va qayta tiklash uchun suyuq yotqizilgan agregatlardagi bosimning ortishi tiklanish jarayonini faollashtirish, shuningdek chang chiqindilarini kamaytirish uchun zarurdir.

Dios jarayoni Yaponiyada temir va po'lat federatsiyasi va ko'mirdan foydalanish markazi tomonidan tashqi savdo va sanoat vazirligi ko'magida ishlab chiqilgan. Dastlabki tadqiqotlar (1988-1991 yy.) Nippon Steel zavodida 170 tonna konvertordan konvertatsiya qilingan 100 tonna suyuqlik fazasini kamaytirish reaktorida o'tkazildi. Birinchi marotaba ushbu jarayon 1993 yilda NKK kompaniyasining Keyxin zavodida (Yaponiya) yiliga 180 ming tonna cho'yan ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan yarim sanoat tajriba zavodida amalga oshirildi.

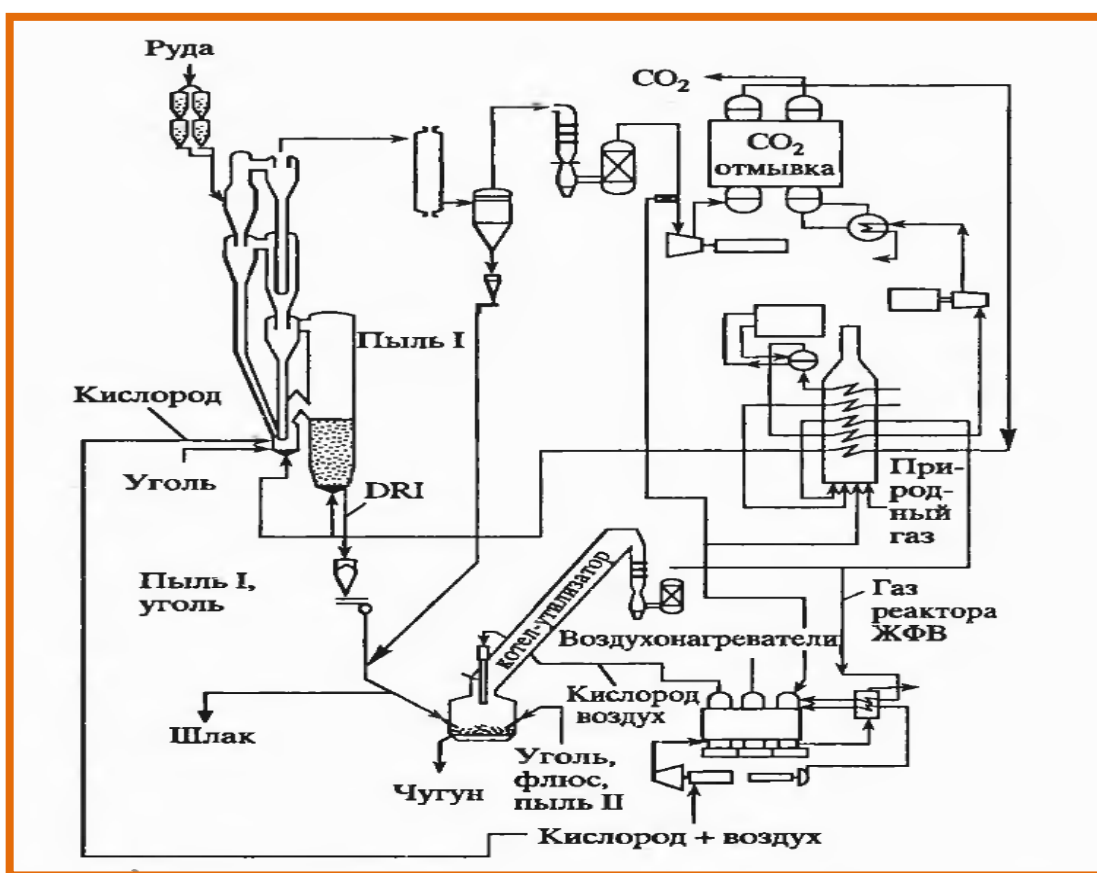
Yaponiyaning po'lat eritadigan sakkizta birlashmasi loyihada turli vaqtlarda ishtirok etdi. Dios jarayonining oqim diagrammasi 4.3-rasmda keltirilgan. Jarayon uch bosqichli. U mayda ruda aralashmasidan (<8 mm) oldindan qizdirish (600 ° S gacha) va suyuqlangan qatlamli reaktorda changning qaytishi (diametri 2,7 m, balandligi 5 m) ni ta'minlaydi, bu erda tsiklonda tozalangan gaz oldindan qaytarilish moslamasidan beriladi. ... Issiqlik moslamasidan olingan ruda suyuqlangan qatlamda oldindan pasayish reaktoriga (diametri 2,7 m, balandligi 8 m) kiradi (pasayish darajasi 780 ° S haroratda 27-30%). Ushbu reaktorda qattiq fazali reduksiya suyuq fazali temirni kamaytirish blokidan chiqadigan tsiklonda tozalangan gaz bilan amalga oshiriladi.

Suyuq fazani kamaytirish reaktori kislorod konvertoriga o'xshaydi (diametri 3,7 m, balandligi 9,3 m), 2 * 105 Pa bosim ostida ishlaydi. Suv bilan sovutilgan

qolip orqali kislorod yuqoridan konvertorga puflanadi. Chiqarilgan uglerod oksidi ko'pikli cürufda kislorod bilan yondiriladi, yonish darajasi 45-50% ni tashkil qiladi.

4.3 Hismelt jarayoni

Gismelt jarayonida (Avstraliya) temirni cürufdan qaytarilishi asosan quyma temirda erigan uglerod yordamida amalga oshiriladi. Bunday texnologiyalar temirda oksidlarni metallda erigan uglerod bilan cürufdan kamaytirishning yuqori darajasi tufayli juda jozibali. Biroq, yaqin vaqtgacha oraliq mahsulotni shu tarzda olish engib bo'lmaydigan texnik va texnologik qiyinchiliklar bilan bog'liq deb hisoblar edilar.



Jarayon bir bosqichli suyuq fazali jarayon sifatida ham ishlatilishi mumkin, chunki u tajriba zavodida sinovdan o'tgan. Ikki bosqichli sxema bo'yicha ishlaganda, temirni o'z ichiga olgan materiallar oldindan kamaytirilgandan so'ng, maydalangan ko'mir va oqim reaktoring perimetri bo'ylab joylashgan suvga sovutilgan nayzalar orqali azot oqimlari bilan metall hammomga yuboriladi.

Tuyerlarda barqaror shlakli bosh suyagi hosil bo'ladi, bu ularning uzoq muddatli xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

Ikki bosqichli sxema bo'yicha ishlaganda chiqindi gazlarning issiqligi portlashni isitish, quritish, isitish va zaryad materiallarini oldindan tiklash uchun ishlatiladi. Eritish va zaryadni qo'shimcha ravishda qayta tiklash diametri 2,7 m bo'lgan vertikal reaktorda kislorod bilan boyitilgan holda (22-29%) va yonib turgan gazlar uchun vertikal nayza orqali yuqoridan 1200 ° C gacha qizdiriladi (4.5-rasm). Gazni yoqish darajasi 50% ni tashkil qiladi. Reaktorning gumbazi suv bilan sovutilgan panellardan yasalgan. Ruda va ko'mir eritmaga reaktorning vertikal o'qiga moyil bo'lgan reaktor yon devorlarida aylana bo'ylab joylashgan tuyeralar orqali quyiladi.

Reaktorning ish maydonida to'rtta zona ajratiladi.

In'ektsiya zonasi - nayzaning shtutserida hosil bo'lgan gaz-suyuqlik oqimi zonasi. Unda cürufga puflangan qattiq zaryadli materiallar aralashmasi deyarli qizdirilmaydi (bu zonadagi kimyoviy o'zgarishlarni e'tiborsiz qoldirish mumkin).

Zaryadlovchi isitish va ko'mir piroliz zonasi. Ushbu zonadan o'tib, ko'mir zarralari bir soniya ichida tez qiziydi, quriydi va pirolizga uchraydi, H₂, CO, N₂, uglevodorodlar va soot ajralib chiqadi.

Zaryadni metall hammomga kiritish zonasi. Ushbu zonada ko'mir zarralarining muhim qismi va temir tarkibidagi xom ashyo zarralarining asosiy qismi va tashuvchi gaz oqimidagi oqim metall hammomga kiritiladi. Zarralar atrofida bir zumda gaz qobig'i hosil bo'ladi. Ko'mir zarralarida piroliz tugaydi, temir tiklanadi, ularni qayta tiklash jarayonlaridan metall hammomda hosil bo'lgan katta gaz pufakchalariga tortiladi. Xom ashyoning eruvchan zarralari metallda erigan uglerod bilan intensiv reaksiyaga kirishadi va gaz konvertida ham bo'ladi. Metall vannaning hajmiga shlaklarning sezilarli oqimi tushiriladi, shlak tomchilari quyma temir bilan faol ta'sir o'tkazadi (FeO ning shlakdagi konsentratsiyasi og'irligi 5-6%). Shuning uchun, metall hammomning o'rta va yuqori zonalarida intensiv pufakchalar nafaqat inyeksiya nayzalari oqimi bilan, balki kamaytiruvchi gazlar bilan ham sodir bo'ladi. Ushbu gazlarning yuqoriga qarab oqishi ko'mir qoldig'ining ma'lum miqdordagi zarralarini shimib oladi va shlakli vannaga olib

boradi. Unga shlaklar tomchilari olib boriladi. Gaz evolyutsiyasining yuqori intensivligi tufayli metall hammom va shlak qatlami turbulent harakat holatida. Aslida, metall hammom va shlak qatlamining ko'p qismi shlakli metall emulsiyasidir.

Yonishdan keyingi zona ko'mir yoqish / gazlashtirish zonasi bilan birlashtirilgan. Yuqoridagi qatlamli kosmosda ma'lum miqdordagi ko'mir zarralari va sootning yonishi / gazlanishi sodir bo'ladi, ular vannadan gaz oqimlari bilan amalga oshiriladi, qolgan ko'mir zarralari reaktordan gazni tozalash tizimiga etkaziladi.

Amaldagi xom ashyo turiga qarab tajriba blokining unumdorligi yiliga 50-100000 tonnani tashkil etadi. 1997 yil fevraldan 1999 yil iyungacha bo'lgan davrda yangi Hismelt agregati 132 kun ishladi va tarkibida uglerod miqdori 50 dan 73,2% gacha bo'lgan ko'mir, 4,8 dan 12% gacha kul va 9 dan uchuvchi moddalar yordamida 22100 tonna cho'yan eritdi. , 8 dan 38,5% gacha, shuningdek koks shabada. Temir javhari materiallari sifatida: tarkibida 61% bo'lgan mayda ruda va 62,4% Fe va 0,12% P bo'lgan nozik fosforli rudalar, po'lat loy (53,3% Fe, 10% C) va gubkali temir (90,5% Fe,

Nazorat savolari

1. "Koreks" ning qanday reaksiyalari bor
2. "DIOS" jarayoni haqida sizning fikringiz
3. Gismelt jarayoni haqidagi fikringiz
4. Cho'yanni ishlab chiqarishning koksiz usuli.
5. Temir oksidlarini qaytarilish bosqichlari.

Adabiyotlar ro'yxati

3. TREATISE ON PROCESS METALLURGY Industrial Processes Editor-in-Chief SESHADRI SEETHARAMAN Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
4. Sachdeva, R.C. Fundamentals of Engineering Heat and Mass Transfer (SI Units) HMR Institute of Technology & Management, Delhi4 th edition, 2014
5. Dr S K Mandal Steel Metallurgy McGraw Hill Education (India), 2014

IV. Amaliy mashg'ulot materiallari

№1 -amaliy mashg'lot

Shixtaning o'rtacha tarkibini va material balansini hisoblash

Ishdan maqsad; Shixtaning tarkibini tashkil etuvch elementlarning ratsanal tarkibini aniqlash

Ark pechida eritish quyidagi asosiy davrlardan iborat (qavsdagi raqamlar har bir davrning taxminiy davomiyligini tavsiflaydi):

- 1) eritish davri (podval bilan) (60%);
- 2) oksidlanish davri (9,4%);
- 3) tozalash muddati (18,2%);
- 4) eritib yuborish, to'ldirish, tozalash va to'ldirishni o'z ichiga olgan eritish vaqtining to'xtash davri (12,4%).

Birinchi davrda zaryadning isishi va erishi sodir bo'ladi va o'choq elektr energiyasining katta qismini iste'mol qiladi. Shuning uchun, odatda, elektr yoyi pechini loyihalashda hisoblash faqat eritish davri uchun amalga oshiriladi va quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. moddiy balansni hisoblash;
2. pechning asosiy o'lchamlarini hisoblash;
3. energiya balansini hisoblash;
4. transformatorning kerakli quvvatini hisoblash.

Quyidagi ma'lumotlar faqat eritish davriga tegishli.

$G = 100$ tonna quvvatga ega bo'lgan po'latdan yasalgan po'latdan yasalgan pechini hisoblang. Transformator po'latini eritish uchun 11% limonli cho'yan, 76,0% pasport quyma va qoldiqlarini o'z ichiga olgan zaryad ishlatilgan; Oddiy

chiqindilarning 11%. 1.74% sinter va 0,26% elektrodlar, ularning tarkibi eritish davri oxirida quyidagicha bo'ldi:

	S	Si	Mn	Fe
Cho'yanni keklash (11%)	(4,6)	0,65	1,04	Qoldiq
Pasport bo'shligi va ishdan bo'shatish (76%)	0,15	0,30	0,40	Qoldiq
Oddiy chiqindilar (11%)	0,70	0,30	1,00	Qoldiq
Aglomerat (temir bo'yicha) (1,74)	-	-	-	57,4
Elektrodlar (uglerod sifatida hisoblanadi) (0,26%)	0,99	-	-	-
O'rtacha tarkibi	0,9544	0,3325	0,5284	Qoldiq
Erish davrining oxirida po'latdir	0,23	0,036	0,19	Qoldiq

Eritish davri uchun astar iste'moli quyidagicha qabul qilinadi: magnezit-xromit g'isht - 0,03%; magnezit kukuni - 1,03%; magnezit g'isht - zaryad og'irligining 0,28%.

Erish davrida vannaga quyidagilar kiradi: 0,56% (zaryadning og'irligi bo'yicha) magnezit; 2,25% ohak va 3,27% aglomerat.

Materialniy balans

Aralashmalarning chiqindisi eritmaning elementi va eritilganidan keyin po'lat tarkibidagi o'rtacha miqdori o'rtasidagi farq sifatida aniqlanadi (hisoblash 100 kg zaryadga to'g'ri keladi):

C	$0,6544 - 0,230 = 0,7244$ kg
Si	$0,3325 - 0,036 = 0,2965$ kg
Mn	$0,5284 - 0,190 = 0,3384$ kg
Fe (v dym)	3,0000 kg
Vsego	4,3593 kg.

30% C CO₂ ga oksidlanib, 70% ga

CO, biz aralashmalarning oksidlanishi uchun kislorod sarfini topamiz va hosil bo'lgan oksidlarning massasi:

	Kislorod sarfi, kg	Oksidning vazni, kg
S→SO ₂	$0,2173 \cdot 32 : 12 = 0,5795$	$0,2173 + 0,5795 = 0,796$
S→SO	$0,5070 \cdot 16 : 12 = 0,6760$	$0,5070 + 0,6760 = 1,1830$
Si→SiO ₂	$0,2965 \cdot 32 : 28 = 0,3389$	$0,2965 + 0,3389 = 0,6354$
Mn→MnO	$0,3384 \cdot 16 : 55 = 0,0984$	$0,3384 + 0,0984 = 0,4368$
Fe→Fe ₂ O ₃	$3,0000 \cdot 48 : 112 = 1,2857$	$3,0000 + 1,2857 = 4,28541$
<hr/>		
Jami	2,9785	7,3374

Eritish davri oxirida shlakli shlakni topamiz:

Izoh: magnezit g'isht va ohak navbati bilan 0,002 va 0,1557 kg CO₂ qo'shiladi.

Cüruf tarkibidagi temir oksidlarining tarkibi metall tarkibidagi uglerod tarkibiga bog'liq va F.P.Edneral ma'lumotlariga ko'ra

Sl, % 0,08 – 0,18	0,20 – 0,32	0,28 – 0,42	0,67 – 1,09
Fe _{umumiy} , % 12,23	10,05	9,20	9,10

Amaliy ma'lumotlarga ko'ra (Fe Fe Fe) / (Fe Fe Fe₂O₃) nisbati 2-4 ga teng deb qabul qilinadi.

Yuqoridagi tavsiyalarga muvofiq, biz eritish davri oxirida po'lat tarkibidagi uglerod miqdori boshqacha 0,23% bo'lsa, shlak tarkibidagi temir oksidlari miqdori 10,05%, FeO esa 7,5% va Fe₂O₃ - 2,55%.

Oldingi jadval bo'yicha 6.1481 kg ga teng temir oksidi bo'lmagan cürufning massasi 89.95% ni tashkil qiladi va shlakning umumiy massasi

Shlakning asosliliği CaO / SiO₂ ga teng - 38,22 / 17,83 = 2,14.

Temir oksidlanadi, kg:

Fe₂O₃ gacha. 0.1717-0.0382 = 0.1335.

FeO oldin. 0.5152.

Metalldan cürufgacha bo'lgan temir

0.1335-112: 160 + 0.5152□56: 72 = 0.0092 + 0.4007 = 0.4099 kg.

Chiqish bo'ladi

98.0 - 4.3592 - 0.4099 - 0.5 + 3.843 = 96.5739 kg,

bu erda 98.0 - zaryadning metall qismining massasi, kg; 4.3592 - aralashmalarning chiqindilari, kg; 0,4099 - cüruf tarkibidagi temir oksidi hosil

bo'lishi uchun temirning yo'qolishi, kg; 0,5 - cüruf tashiydigan temir miqdori, kg;
3,843 - aglomerat tomonidan kiritilgan temir miqdori, kg.

Temirning oksidlanishi uchun kislorod sarfi (oksid va boshlang'ich element massalari orasidagi farq sifatida aniqlanadi)

$$(0.5152 - 0.4007) + (0.1335 - 0.0092) = 0.2388 \text{ kg.}$$

Barcha aralashmalarning oksidlanishi uchun kislorod sarfi:

$$2.9785 + 0.2388 = 3.2173 \text{ kg.}$$

Kislorodni assimilyatsiya qilish koeffitsientini 0,9 ga olib, 100 kg zaryadga kerakli kislorod miqdorini aniqlaymiz

$$3.2173 / 0.9 = 3.5714 \text{ kg yoki } 3.5714 \cdot 22.4 : 32 = 2.5 \text{ m}^3.$$

Xazm qilinmagan kislorod miqdori

$$3.5714 - 3.2173 = 0.3541 \text{ kg yoki } 0.2479 \text{ m}^3.$$

Kislorod miqdorida azot bilan birga keladi

$$3.5714 \cdot 77 : 23 = 11.9564 \text{ kg yoki } 8.3695 \text{ m}^3.$$

Bu erda: mos ravishda 77 va 23, havodagi azot va kislorodning massa ulushi.

Evolyutsiyalangan gazlar miqdorini aniqlashda elektrodlardan uglerod yonishi paytida CO va CO₂ hosil bo'lishini (70 va 30% nisbatda) hisobga olish kerak. Amaliy ma'lumotlarga ko'ra, eritish uchun elektrodning sarfi (4-7) kg / t ni tashkil qiladi va ularning 60% eritish davrida iste'mol qilinadi.

Moddiy balans 100 kg zaryad uchun tuzilganligini va eritish davrida elektrodning sarflanishini $0,6 - 5,0 = 3,0 \text{ kg} / \text{t}$ ($0,3 \text{ kg} / 100 \text{ kg}$ zaryad) ga tengligini hisobga olsak uglerod oksidi hosil bo'lishi bilan $0,3 - 0,7 = 0,21 \text{ kg}$ S yonib ketadi va $0,21 - 28 : 12 = 0,49 \text{ kg}$ CO hosil bo'ladi.

CO₂ hosil bo'lishi bilan $0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ kg}$ C yonib ketadi va $0,09 \cdot 44 : 12 = 0,33 \text{ kg}$ CO₂ hosil bo'ladi.

Uglerod elektrodlarining yonishi uchun kislorod kerak

$$(0,49 - 0,21) + (0,33 - 0,09) = 0,52 \text{ kg.}$$

Kislorodga azot $0,52 - 77: 23 = 1,74 \text{ kg}$ miqdorida hamroh bo'ladi.

Endi siz rivojlangan gazlarning tarkibi va miqdorini aniqlashingiz mumkin:

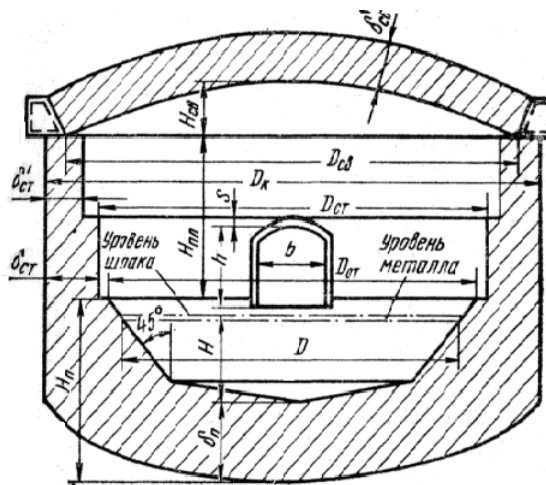
2-amaliy mashg'ulot. Pechning asosiy o'lchamlarini aniqlash

Ishdan maqsad; Pechning asosiy parametrlarini o'rganish va hisoblash.

DSP pechining vanasi keng tarqalgan formasi bo'lib yasovchi va konus asosi bilan 45°C hosil qiluvchi sferik ko'nussimon formasidir. DSP pechining suyuq metallda hajmi $G = 100 \text{ t}$ bo'lganda sig'imi quyidagiga teng:

$$V = vG = 0,145 \cdot 100 = 14,5 \text{ m}^3$$

Bu yyerda $v=0,145$ – suyuq po'latni solishtirma hajmi m^3/t .



1-rasm. DSP vannasi.

Metall sathi diametrini quyidagi formula orqali topamiz

$$P = 2000 \cdot C \sqrt[3]{V} = 2000 \cdot 1,085 \sqrt[3]{14,5} = 5291,5 \text{ mm} = 5,3 \text{ m}$$

Bunda C koeffitsientini quyidagi jadvalda $D/H = 5,0$ teng qilib qabul qilamiz.

D/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 $H = 5,3/5,0 = 1,06 \text{ m}$

Shlakning hisobiy hajmi 0,1v teng bo'lib u holda

$$V_{sh} = 0,1 \cdot 1,45 = 1,45 \text{ m}^3$$

Shlak qavatining balandligi

$$H_{sh} \frac{4V_{sh}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1,45}{3,14 \cdot 5,3^2} = 0,0658 \text{ m} = 65,8 \text{ mm}$$

va shlak sathi diametri:

$$D_{sh} = D + 2H_{sh} = 5291,5 + 2 \cdot 65,8 = 5423,1 \text{ mm}$$

Ishchi tuynukning ostona sathi shlak sathidan 40 mm balandda joylashishi kerak, unda qiyalik sathi ishchi tuynukning ostonasidan 65 mm li balandda bo'ladi.

$$D_{qiya} = D + 2(H_{sh} + 40 + 65) = 5291,5 + 2(65,8 + 40 + 65) = 5633 \text{ mm}$$

$$\text{va } D_{dev} = D_{qiya} + 200 = 5633 + 200 = 5833 \text{ mm.}$$

Eritish maydonining balandligi H_{er} va futerovkaning qatlamiga pech hajmiga bog'liq.

G,T..... 0,5 – 6,0 12 – 50 >100

H_{er}/D_{qiya} 0,5 – 0,45 0,45 – 0,4 0,38 – 0,34

δ_{tubi} ,mm..... 450 – 55 600 – 700 800 – 1000

δ_{sv} ,mm..... 230 300 380 – 460

δ_{dev} ,mm..... 300 – 35 300 – 350 300 – 350

Yuqorida keltirilgan tavsiyalarga asosan.

$$H_{er} = 0,36 \cdot 5633 = 2028 \text{ mm.}$$

Pech tubi futerovkasining qalinligi $\delta_n = 960$ mm va qalinligi 125 mm bo'lgan magnezitli olovbardosh materiallar bilan zichlangan. Magnezitli g'ishtlarning futerovkasi qalinligi 575 mm va yengil massali shamotning qalinligi esa 260 mm.

Qiyalik sathidagi devor futerovkasi qalinligi $\delta_{qiya} = 500$ mm

bo'lib qalinligi 460 mm magnezit g'isht bilan terilgan va ular orasi 40 mm magnezitli material bilan to'ldirilgan.

Kojuxning ichki diametri

$$D_k = D_{dev} + 2 \cdot 500 = 5833 + 2 \cdot 500 = 6833 \text{ mm}$$

Devorning yuqori qismidagi magnezitli futerovkaning qalinligi $\delta_{dev} = 300$ mm

Pech svodining qalinligi $\delta_{sv} = 460$ mm bo'lgan xrom magnezitli g'ishtdan teriladi, svodning ustunlari orasidagi strelkani o'qlari svod ustunlari orasiga nisbatan 15% qilib olinadi.

$$h_{sv} = 0,151D_{sv} = 0,15(D_k - \delta_{sv}), \text{ mm.}$$

Pechning ichki tuynugi o'lchamlarini pechga yoqilg'i yordamida shlak hosil qiluvchi va legirlovchi materiallarni qo'llab yuklashiga qarab olinadi.

$$b \times h = 1600 \times 1600 \text{ mm}$$

3-amaliy mashg'ulot. Erish davrining energetik balansi.

Ishdan maqsad; Pech ichida boradigan jaryonlarning isiqlik balansini aniqlash.

Energetik balansning tuzishdan maqsad elektr energiyani umumiy miqdorini aniqlashdir. Bu energiya DSP–100 pechga eritish jarayoni uchun ajralib chiqqan bo'lib bu miqdorga asoslanib pech transformator quvvati aniqlanadi. Bu miqdor

bo'yicha keyinchalik pech transformatoriga kerak bo'lgan quvvatni topishdan foydalaniladi. Hajmi 100 tonna bo'lgan zamnaviy DSP pechlari uchun eritish jarayoni vaqti τ_{er} transformator quvvatiga bog'liq va quyidagicha

N, MVA	25	32	42
T_{er}, s	12240	9504	7452

Taxminan erish davrini o'rtasida davomiyligi $\tau_d = 2160$ s teng bo'lgan shixta podvalkasi sodir bo'ladi.

Tok ostidagi erish davomiyligi $\tau_{e,t} = \tau_e - 2160$ s. $\tau_e = 9504$ s deb qabul qilsak, shunda

$$\tau_{e,t} = 9504 - 2160 = 7344 \text{ s bo'ladi.}$$

Issiqlik kelishi:

1. Shixta yordamida issiqlik kelishi ($t_{sh} = 20^\circ\text{C}$)

$$Q_{sh} = 100 \cdot 10^3 \cdot 0,98 \cdot 0,469 \cdot 20 = 919,24 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 0,919 \text{ GDj}$$

2. Elektr yoylar yordamida issiqlik kelishi.

$$Q_{yoy} = \eta_{el} W_{el} \cdot 10^{-6}, \text{ GDj,}$$

Bunda $\eta_{el} - 0,87 - 0,92$ ga teng bo'lgan elektr FIK ; W_{el} pechga kelayotgan elektr energiyasi kDj.

$$Q_{yoy} = 0,9 W_{el} \cdot 10^{-6}, \text{ GDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyalar yordamida issiqlik kelishi

$$C \rightarrow \text{CO}_2 . . . 0,002173 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 7407,76$$

$$C \rightarrow \text{CO} 0,005070 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 10,47 = 5308,29$$

$$\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 . . . 0,002965 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 9221,15$$

$$\text{Mn} \rightarrow \text{MnO} . . 0,003384 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 2494,01$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 . . . 0,001335 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 983,90$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} . . . 0,005152 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 2483,26$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (tutun)} 0,03000 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 22 \ 110,00$$

$$Q_{ekz} = 50008,37 \text{ MDj} = 50,0 \text{ GDj.}$$

4. Shlak hosil bo'lishidan issiqlik kelishi.

$$\text{SiO}_2 \rightarrow (\text{CaO})_2 \text{ SiO}_2 0,006354 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 2,32 = 1481,09 \text{ MDj}$$

$$Q_{shl} = 1,48 \text{ GDj.}$$

Issiqlik sarfi:

1. Po'latning fizik issiqligi

$$Q_{po'l} = 0,965739 \cdot 100 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837(1600-1500)] = 135770 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 135,77 \text{ GDj}$$

2. Po'latning shlak bilan yo'qotilgandagi fizik issiqligi

$$Q_{po'l-shl} = 0,005 \cdot 100 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1700 - 1500)] = 745230 \text{ kDj} = 0,745 \text{ GDj}.$$

3. Shlakning fizik issiqligi

$$Q_{shl} = 0,068350 \cdot 100 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1700 + 209,35) = 15955,282 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 15,955 \text{ GDj}.$$

4. $t_{ket} = 1500^\circ\text{C}$ bo'lganda reaksiyaning gaz holdagi mahsulotlar bilan issiqlik sarfi.

$$Q_{ket} = 0,131229 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 2244,83 = 29625,3 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 29,625 \text{ GDj}.$$

$$\text{CO}_2 \dots 0,0495 \cdot 3545,34 = 175,49$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots 0,1014 \cdot 2200,26 = 223,11$$

$$\text{O}_2 \dots 0,0188 \cdot 2296,78 = 43,18$$

$$\text{N}_2 \dots 0,8308 \cdot 2170,55 = 1803,05$$

$$i_{ket}^{1500} = 2244,83 \text{ kDj/m}^3$$

5. Fe_2O_3 zarralari yordamida issiqlik sarfi.

$$Q_{Fe_2O_3} = 0,042854 \cdot 100 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1500 + 209,34) = 8803,67 \cdot 10^3 \text{ kDj} \text{ yoki } 8,8 \text{ GDj}.$$

6. Futerovka orqali issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlik sarfi.

Devor balandliklari bir xil lekin qalinliklari har xil bo'ladi. Quyi qismi 500 mm va yuqori uchastkasi 300 mm magnezit g'ishtlaridan terilgan. Issiqlikning yo'qotilishini oldini olish uchun 40 mm qalinlikdagi magnezit qatlamini hisobga olmaymiz. Jarayon oxirida devor futerovkasi svodining yemirilishi 50% deb qabul qilamiz. Keyinchalik futerovkani qalinligiga nisbatan 75% deb olamiz.

Quyidagilarni hisobga olib, devor uchastkalari qalinliklari quyidagilarga teng:
 $0,75 \cdot 500 = 375 \text{ mm}$ va $0,75 \cdot 300 = 225 \text{ mm}$.

Magnezitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 t \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$$

Futerovkaning ichki yuzasining harorati $t_1 = 1600^\circ\text{C}$

Devorning yuqori qismidagi futerovkasini tashqi temperaturasi $t_2^{tepa} = 350^\circ\text{C}$,
 $t_2^{past} = 300^\circ\text{C}$,

u holda

$$\lambda_M^{tepa} = 6,28 - 0,0027(1600 + 350)/2 = 3,65 \text{ Vt/(mK)};$$

$$\lambda_M^{past} = 6,28 - 0,0027(1600 + 300)/2 = 3,715 \text{ Vt/(mK)};$$

$$\alpha_{konv}^{tepa} = 10 + 0,06 \cdot 350 = 31 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$\alpha_{konv}^{past} = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)};$$

Sexdagi harorat 30°C deb hisoblaymiz

$$Q_{issiq}^{po'l.tepa} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/388 \cdot 9504 = 6,8 \text{ GDj}$$

$$Q_{issiq}^{po'l.past} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/388 \cdot 9504 = 4,2 \text{ GDj}$$

Bunda

$$F_{yuza}^{dev} = \pi D_k \cdot H_{cr} / 2 = 3,14 \cdot 6,833 \cdot 2,028 / 2 = 21,7 \text{ m}^2 - \text{pech devorlarining tashqi}$$

qatlarning yuqori va quyi qismi yuzasi maydoni.

Svod orqali issiqlik yo'qotilishi, svodning ichki yuzasining harorati $t_1 = 1600^\circ\text{C}$ deb olib, tashqi $t_2 = 320^\circ\text{C}$ teng, magnezitxromit g'ishtlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda_{mx} = 4,1 - 0,0016 (1600 + 320) / 2 = 2,564 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}.$$

Konveksiya orqali atrof muhitga issiqlik o'tkazish koeffitsienti.

$$\alpha_{konv} = 1,3 (10 + 0,06 \cdot 320) = 37,96 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)}.$$

Svod futerovkasi qalinligi quyidagiga teng: $0,75 \cdot 0,46 = 0,345 \text{ mm}$.

tashqi yuzasi maydoni quyidagicha:

$$F_{yuza}^{sv} = \pi (H_{sv}^2 + D_{sv}^2) / 2 = \pi [0,15^2 (D_k - \delta'_{dev})^2 + (D_k - \delta'_{dev})^2] / 2 = 3,14 [0,15^2 (6,833 - 0,3)^2 + (6,833 - 0,3)^2] / 2 = 68,5 \text{ m}^2$$

Endi

$$Q_{issiqlik}^{dev.tepa} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,345}{2,564} + \frac{1}{37,96}} \cdot 68,5 \cdot 9504 = 6,35 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 6,35 \text{ GDj}$$

Erish davrining energetik balansi.

Pech tubi orqali issiqlik yo'qotilishini aniqlaymiz, bunda pech tubi magnezit futerovkasi va magnezit to'ldiruvchilardan tashkil topgan, zaslonka quyidagi podinasi bilan bir hil qalinlikda bo'ladi (qalinligi 0,6 m). Yengil simob qalinligi 0,26 mm, tubi ichki yuzasi harorati $t_1 = 1600^\circ\text{C}$ tashqi $t_2 = 200^\circ\text{C}$ teng.

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 t_M, \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038 t_{sh}, \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}.$$

Qatlamlar bo'lingan chegarasi haroratini quyidagicha aniqlaymiz

$$t_{sh-m} = t_2 + (t_1 - t_2) \frac{\delta_{sh}}{\delta_{sh} + \delta_M} = 200 + (1600 - 200) \frac{0,26}{0,6 + 0,26} = 623,3^\circ\text{C}$$

Materiallarning issiqlik o'tkazish koeffitsienti:

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 (1600 + 623,3) / 2 = 3,28 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038 (623,3 + 200) / 2 = 0,621 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$t_2 = 200^\circ\text{C}$ dagi pastki yuzaga qarab yo'nalgan konveksiyaning issiqlik o'zgarishi koeffitsientini hosil qilamiz va u quyidagiga teng:

$$\alpha_{konv} = 0,7 (10 + 0,06 \cdot 200) = 15,4 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$q_{tub} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{3,38} + \frac{0,26}{0,621} + \frac{1}{15,4}} = 2355,44 \text{ Vt/m}^2.$$

Futerovka qatlamlari orasidagi haroratini qiymatini va yuzaki haroratni quyidagicha aniqlaymiz.

$$t_{m-sh} = 1600 - 2355,44 \cdot \frac{0,6}{3,28} = 1169^{\circ}\text{C}.$$

$$t_2 = 30 + 2355,44/15,4 = 182,9^{\circ}\text{C}.$$

U holda

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027(1600 + 1169)/2 = 2,54 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K});$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038(1169 + 182,9)/2 = 0,72 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K});$$

$$\alpha_{konv} = 0,7(10 + 0,06 \cdot 182,9) = 14,68 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K});$$

$$q'_{tub} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{2,54} + \frac{0,26}{0,72} + \frac{1}{14,68}} = 2359,3 \text{ Vt} / \text{m}^2.$$

Podinaning tashqi qatlami yuzasini topishda uni yuzasi sferik sigmentini topgan deb qabul qilamiz. Svodning tashqi qatlami yuzasi $F_{yuzal}^{sv} = 154,1 \text{ m}^2$ va silindrik qavatini

$$F_{yuzal}^{pod} = \pi D_k (H_{tub} - \delta_{yuzal})$$

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida quyidagiga egamiz.

$$H_{tub} = \delta_{yuzal} + H + H_{shl} + 0,04 + 0,065 = 0,86 + 2,028 + 0,0658 + 0,04 + 0,065 = 3,06 \text{ m}$$

Bunda

$$F_{yuzal}^{tub} = 3,14 \cdot 6,833(3,06 - 0,86) = 47,2 \text{ m}^2$$

Natijada:

$$Q_{issiqkil}^{tub} = 2359,3(68,5 + 47,2) \cdot 9504 = 2,59 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 2,59 \text{ GDj}.$$

Futerovkadan issiqlik o'tkazuvchanlik yordamida umumiy issiqlik sarfi :

$$Q_{issiq} = 3,46 + 2,38 + 6,35 + 2,59 = 14,78 \text{ gDj}.$$

7. Pechning ishchi darchasini sovutish uchun suv sarfi bilan issiqlik yo'qotilishi.

DSP pechining ishchi darajasi o'lchami $b \times h = 1600 \times 1600 \text{ m}$ ga teng bo'lib suv sovutuvchi tusma qopqoq bilan yopilgan va futerovkaning ichki tarafidan eni $S = 0,15 \text{ m}$ teng bo'lgan Π ko'rinishi suv sovutuvchi quti bilan o'ralgan. Quyi yuzasidagi haroratni $t_{quti} = 80^{\circ}\text{C}$ da olamiz, bunda qorayish darajasi $\epsilon_k = 1$ ga teng bo'lib suv bilan issiqlik yo'qotilishi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{sov}^{qut} = C_0 \left[\left(\frac{T_n}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right] (2h + b) S \tau_p = 5,7 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right] (2 \cdot 16 + 1,6) \cdot 0,15 \cdot 9504 = 4,79 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 4,79 \text{ GDj}$$

Tusma qopqoqni sovutish uchun suv bilan birga issiqlik sarfi aniqlaymiz Darcha tuynukcha formulasi.

$$Q_{sov}^{qopqoq} = 5,7 \cdot 0,78 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right] (1,6 \cdot 1,6 \cdot 9504 = 13,3 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 13,3 \text{ GDj} \quad \text{Bu yyerda } \epsilon =$$

0,78 yuzasi kvadrat holdagi $1/a = \delta_{st}/h = 0,5/1,6 = 0,31$ uchun qoraish darajasi.

Ja'mi ishchi darcha orqali issiqlik yo'qolishi.

$$Q_{sov} = 4,79 + 13,3 = 18,09 \text{ GDj}.$$

8. Ikkita eritish davri orasidagi issiqlik yo‘qotilishi pechkaga shixta tashlash davomida u ochiladi va bu davr mobaynida umumiy issiqlik yo‘qolishi ochiq svod orqali issiqlik ko‘rsatkichini miqdoriga teng, u esa gaz bilan issiqlik yo‘qotilishiga suv bilan sovituvchi agregat issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali issiqlik yo‘qotishlarga bog‘liqdir. Bu kattaliklarni pechni ochiq paytida hisoblash qiyin, chunki futerovkaning ichki qatlami harorati tez tushib ketadi. Shuning uchun 2 ta eritish davri o‘rtasidagi issiqlik yo‘qotilishi taxminan quyidagiga teng deb olamiz.

$$Q = (Q_{\text{issiq}} + Q_{\text{sov}} + 0,5 Q_{\text{ket}}) k_n \tau_n / \tau_p = \\ = (14,78 + 18,09 + 0,5 \cdot 29,625) \cdot 1,15 \cdot 2160 / 9504 = 12,447 \text{ GDj.}$$

Bu yyerda k_h – hisobga olinmagan yo‘qotishlar koeffitsienti.
 $k_h = 1,1 - 1,2$ DSP pechining erish davridagi issiqlik balansi tenglamasidan elektr energiyasidagini topamiz.

$$Q_{\text{kelish}} = Q_{\text{sarflanish}} \\ 0,919 + 0,9 \cdot 10^{-6} W_{\text{el}} + 50,008 + 1,48 = 135,77 + 0,745 + 15,955 + 29,625 + 8,8 + \\ 14,78 + 18,09 + 12,447$$

Bu yerda $W_{\text{el}} = 204,23 \text{ GDj}$ ($56,73 \cdot 10^3 \text{ kVt} \cdot \text{s}$).
 DSP pechini erish davridagi issiqlik balansi tenglamasidan elektr energiyasidagini topamiz.
 DSP pechi erish davridagi issiqlik balansi hisob–kitob natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

$$\omega_1 = W_{\text{el}} / G_M = 204,23 / 96,5789 = 2,1 \frac{\text{GDj}}{\text{kg}} \left(587,4 \frac{\text{kVt} \cdot \text{s}}{\text{kg}} \right)$$

1 kg metalli yuklovchilar uchun elektr energiyaning solishtirma sarfi.

$$\omega_1 = W_{\text{el}} / G_j = 204,23 / 98,0 = 2,084 \text{ GDj} / \text{kg}$$

Foydali ish issiqlik koeffitsienti quyidagiga teng:

$$\eta_m = \frac{Q_{\text{po'lat}} + Q_{\text{po'lat-shl}} + Q_M}{Q_{\text{kel}}} = \frac{135,77 + 0,745 + 15,955}{236,212} = 0,65$$

$\eta_{\text{el}} = 0,9$ ni hisobga olib umumiy FIK ni topamiz.

$$\eta_{\text{umum}} = \eta_{\text{el}} * \eta_T = 0,9 \cdot 0,65 = 0,585$$

Pechdan chiqayotgan gaz orqali issiqlik yo‘qotilishi miqdori kattadir. Bu esa elektr energiya sarfini bir necha martaga oshirad

2-jadval

Yoyli po‘lat eritish pechining eritish davrinig issiqlik balansi

Issiqlik kelishi moddalari	GDJ (%)	Issiqlik sarf bo‘lishi moddalari	GDJ (%)

Shixta bilan issiqlik miqdori	0,919(0,39)	Fizik issiqlik: po‘latniki shlak bilan	135,77(57,48)
Yoy bilan issiqlik miqdori	183,805(77,81)	po‘latning yo‘qolishi shlakni fizik	0,745(0,32)
Ekzotermik reaksiya orqali kechgan issiqlik miqdori	50,008(21,17)	issiqlik gaz bilan issiqlik yo‘qolishi Fe ₂ O ₃ zarrachalari bilan issiqlik	15,965(6,76)
Shlak hosil bo‘lishining issiqlik miqdori	1,480(0,63)	yo‘qolishi Issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali issiqlik yo‘qotilishi Suv bilan issiqlik yo‘qotilishi	8,8(3,73)
		Ikkita erish davri o‘rtasidagi issiqlik yo‘qotilishi	14,78(6,25)
			18,09(7,66)
			12,447(5,2)
Jami:	236,212(100)	Jami:	236,212(100)

1 kg suyuq metall uchun elektr energiyaning solishtirma sarfi.

Pechning transformatoridagi quvvati.

Erish davridagi o‘rtacha quvvati.

$$N_{o'r} = W_{el} / \tau_{er,dav} = 204,23 \cdot 10^6 / 7344 = 27,81 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

Quvvatdan foydalanish koeffitsienti $K = 0,75-0,9$ qabul qilib olib maksimal quvvatni aniqlasak bo‘ladi.

$$N = N_{o'r} / K = 27,81 \cdot 10^3 / 0,825 = 33,71 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

O‘rtacha og‘irlik koeffitsientini quvvatini $\cos \varphi = 0,707$ ko‘rsatkichni qabul qilib, kerakli butun transformator quvvatini topamiz.

$$N' = N / \cos \varphi = 33,71 \cdot 10^3 / 0,707 = 47,68 \text{ kVA.}$$

Bu ko‘rsatkich 3 fazali transformator quvvatini standart bo‘yicha hisobga olinadi.

4-amaliy mashg‘ulot. Pech kamerasining ishchi maydonining issiqlik balansini hisoblash.

Ishdan maqsad; Pech kamerasining ishchi maydonining issiqlik balansini hisoblashning maqsadi o'rtacha issiqlik yuki va bo'sh yukning issiqlik yukini aniqlashdir.

Pech kamerasining ishchi maydonining issiqlik balansini hisoblashning maqsadi o'rtacha issiqlik yuki va bo'sh yukning issiqlik yukini aniqlashdir. Hisoblash bitta pech kamerasi uchun amalga oshiriladi.

Issiqlikning kelishi

1. Qoldiqlar tomonidan kiritilgan issiqlik

$$Q_{cc} = c_{OKDCKGtCH} = 0.469 \cdot 0.35 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 20 = 820.75 \cdot 10^3 \text{ kJ} = 0.82$$

GJ.

Bu erda $c_{sc} = 0.469 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ $T_{sc} = 20^\circ \text{C}$ da hurdalarning solishtirma issiqlik quvvati;

$D_{sc} = 0,35$ - zaryaddagi qoldiqlarning ulushi;

$C = 250 \text{ t}$ pechning bitta hammomining quvvati.

2. Cho'yan bilan kiritilgan issiqlik

$L_q = 217,72 \text{ kJ/kg}$ — quyma temirning yashirin issiqlik issiqligi;

$t_q = 1300^\circ \text{C}$ — quyma temirning harorati;

$t_{пл.ч} = 1200^\circ \text{C}$ — quyma temirning erish nuqtasi.

3. Ekzotermik reaksiyalarning issiqligi

$$C = \text{CO}_2 \dots 0,02405 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 204966,1$$

$$\text{Si} = \text{SiO}_2 \dots 0,00650 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 50537,5$$

$$\text{Mn} = \text{MnO} \dots 0,00680 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 12529,0$$

$$\text{Fe} = \text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{ВДЫМ}) \dots 0,010000 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 18425,0$$

$$\text{P} = \text{P}_2\text{O}_5 \dots 0,00129 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 25,00 = 8062,5$$

$$\text{S} = \text{SO}_2 \dots 0,00012 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 278,4$$

$$\text{Fe} = \text{FeO} \dots (0,01940 + 0,00053) \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 24015,6$$

$$\text{Fe} = \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots (0,00232 - 0,00018) \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 3943,0$$

$$Q^{\text{ЭКЗ}} = 322757,1 \text{ МДЖ} = 322,76 \text{ ГДЖ}$$

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &= (\text{CaO})_2\text{SiO}_2 \dots 0,01393 \cdot 250 \cdot 10^3 : 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = \\ &= 8075,75 \text{ P}_2\text{O}_6 = (\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_6 - \text{CaO} \dots 0,033 \cdot 250 \cdot 10^3 : 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = \\ &= 738,63 \text{ Q}_{\text{m} \cdot 0} = 8,81 \text{ ГДж} = 8814,38 \text{ МДж} \end{aligned}$$

5. Tabiiy gazni yoqishdan issiqlik

$$Q_{\text{H}}^{\text{p}} = 35069,6 \text{ В кДж} = 0,035 \text{ В ГДж},$$

$$Q_{\text{H}}^{\text{p}} = 35069,6 \text{ кДж/м}^3 \text{ — tabiiy gazning sof kalorifik qiymati}$$

B — eritish uchun tabiiy gaz sarfi, m³..

6. Havo tomonidan chiqarilgan issiqlik tabiiy gaz va CO ning yonishiga ketadigan ishchi makonga singib ketdi

$$\begin{aligned} O_{\text{BO3Д}} &= (V^{\text{np.Г}}_{\text{B}} + D_{\text{CO}} \cdot G : M_{\text{CO}} \cdot 22,4 V^{\text{CO}}_{\text{B}}) c_{\text{B}} t_{\text{B}} = \\ &= (9,28\beta + 0,06279 \cdot 250 \cdot 10^3 : 28 \cdot 22,4 \cdot 2,38) 1,3226 \cdot 20 = \\ &= 245,47 \beta + 790598,34 \text{ кДж} = 0,000245 \text{ В} + 0,79 \text{ ГДж}. \end{aligned}$$

V, V_{CO} - mos ravishda 9,28 va 2,38 m³ / m³ ga teng bo'lgan 1 m³ tabiiy gaz va 1 m³ CO yoqish uchun nazariy havo sarfi;

D_{CO} - ishlab chiqarilgan CO fraktsiyasi (eritmaning moddiy balansiga qarang);

M_{so} = 28 kg - CO ning molekulyar og'irligi; C = 1.3226 kJ / (m³-K) - havoning issiqlik sig'imi / • = = 20 ° C da

Issiqlik sarfi

1. Po'latning jismoniy issiqligi

$$\begin{aligned} Q_{\text{CT}} &= D_{\text{CT}} \cdot G [C_{\text{CT}}^{\text{TB}} \cdot t_{\text{ПЛ.СТ}} + L_{\text{CT}} + C_{\text{CT}}^{\text{Ж}} (t_{\text{CT}} - t_{\text{ПЛ.СТ}})] = \\ &= 0,91119 \cdot 250 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 320251,39 \cdot 10^3 \\ \text{кДж} &= 320,25 \text{ ГДж}. \end{aligned}$$

D_t = 0,91119 po'lat ishlab chiqarish (material balansiga qarang);

cTM = 0,7 kJ / (kg-K) - qattiq po'latning o'ziga xos issiqlik quvvati, o'rtacha 0-1500 ° S harorat oralig'ida;

$comp = 0,837 \text{ kJ} / (\text{kg-K})$ - xuddi shu, suyuq po'lat $1500-1600^\circ \text{ S}$ harorat oralig'ida o'rtacha;

$tpl.st = 15000\text{S}$ - po'latni eritish harorati; $LCT = 272,16 \text{ kJ} / \text{kg}$ - po'latning erishining yashirin issiqligi.

2. Po'latning cüruf bilan yo'qolgan jismoniy issiqligi

$$Q_{III} = 0,00734 \cdot 250 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837(1600 - 1500)] = 2579,753 \cdot 10^3 \text{ kДж} = 2,58 \text{ ГДж}.$$

$$Q_{III} = (1,25 \cdot 1550 + 209,5) \cdot 0,06 \cdot 250 \cdot 10^3 + (1,25 \cdot 1600 + 209,35) \cdot 0,0628 \cdot 250 \cdot 10^3 = 66889,594 \cdot 10^3 \text{ kДж} = 66,89 \text{ ГДж}$$

$1,25 \text{ kJ} / (\text{kg-K})$ - shlakli issiqlik quvvati, o'rtacha $0-1600^\circ \text{ S}$ harorat oralig'ida;

$209,35 \text{ kJ} / \text{kg}$ - cüruf sintezining yashirin issiqligi;

$0,06$ va $0,0628$ - mos ravishda yuklab olingan va yakuniy cürufning ulushi (material balansiga qarang).

3. Yonish mahsulotlari $iV_x = 1600^\circ \text{ S}$ o'rtacha haroratda olib boriladigan issiqlik

$$Q_{yx} = B i_{yx} \cdot V_{yx} = B \cdot 2592,64 \cdot 10,34 = 26807,9 \cdot B \text{ kДж} = 0,0268 \cdot B \text{ kДж}$$

$$i_{CO_2} = 0,0955 \cdot 3815,86 = 364,41$$

$$i_{H_2O} = 0,1875 \cdot 2979,13 = 558,59$$

$$i_{N_2} = 0,7170 \cdot 2328,65 = 1669,64$$

5. Ohaktosh parchalanishiga sarflanadigan issiqlik

$$ZIZ_v = 1779,5 - 0,0507 \cdot 250 \cdot 103 = 22555 - 103 \text{ kJ} = 22,56 \text{ GJ}.$$

$1775,5 \text{ kJ} / \text{kg}$ - 1 kg ohaktoshning parchalanish issiqligi;

$0,0507$ - ohaktoshning nisbati (qarang moddiy balans).

6. Namlikning bug'lanishiga va suv bug'ining $\xi y = 1600^\circ \text{ S}$ gacha qizdirilishiga sarflanadigan issiqlik.

$$QH_2O = 0,000786 \cdot 250 \cdot 103 [4,187 \cdot 100 + 2256,8 + 1,88(1600 - 100)] \cdot$$

22.4: 18

4.187 kJ / (kg-K) - suvning issiqlik quvvati, o'rtacha 0-100 ° C harorat oralig'ida;

1,88 kJ / (kg-K) - xuddi shunday, bug 'harorati 100 - 1600 ° C;

2256,8 kJ / kg - 1 kg suv bug'lanishining yashirin issiqligi;

0.000786 - eritish mahsulotidagi N₂O ulushi

7. Vannadan chiqarilgan gazlarni $t_{yx} = 1600$ ° S gacha qizdirishga sarflanadigan issiqlik.

$$\text{CO}_2 \dots 3815,86 * 0,02146 * 250 * 10^3 * 22,4 : 44 = 10422,15 * 10^3$$

$$\text{CO} \dots 2526,85 * 0,06279 * 250 * 10^3 * 22,4 : 28 = 31732,18 * 10^3$$

$$\text{SO}_2 \dots 3815,86 * 0,00101 * 250 * 10^3 * 22,4 : 64 = 337,2 * 10^3$$

$$\text{N}_2 \dots 2328,65 * 0,00320 * 250 * 10^3 * 22,4 : 28 = 1490,33 * 10^3$$

$$\text{O}_2 \dots 2463,97 * 0,00664 * 250 * 10^3 * 22,4 : 32 = 2863,13 * 10^3$$

$$Q_{\text{газ}} = 46845,02 * 10^3 \text{ кДж} = 46,85 \text{ ГДж}$$

Bu erda raqamlarning birinchi ustuni $t_{yl} = 1600$ ° C darajadagi gazlarning entalpiyasi (II ilova); raqamlarning ikkinchi ustuni - bu qafas massasidan gazning qismi (qarang moddiy balans).

8. Uzatilgan Fe₂O₃ zarralari bilan yo'qotilgan issiqlik

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,01571 * 250 * 10^3 (1,23 * 1600 + 209,35) = 16773,76 * 10^3 \text{ кДж} = 16,78 \text{ ГДж}$$

raqamlarning birinchi ustuni - suv bilan sovutilgan elementlarning soni;

ikkinchisi - suv oqimining tezligi, m³ / s;

uchinchisi - suvning issiqlik sig'imi, kJ / (m³-K);

to'rtinchisi - suv bilan sovutilgan elementga termal ta'sir vaqti, s;

beshinchidan - suvdan chiqish va kirish o'rtasidagi harorat farqi, K. -

Yuklab olish oynalarining ramkalari va tonozning tovon pog'onalari bug'lanib sovutiladi. $0.11 \cdot 10 \sim 3 \text{ m}^3 / \text{s}$ har bir element uchun kimyoviy tozalangan suvning oqim tezligini olsak, suv oqimining umumiy tezligini topamiz:

$$\text{Deraza ramkalari yuklanmoqda ... } 3 * 0.11 * 10^{-3} = 0.33 * 10^{-3}$$

$$\text{Old devorning tovon nurlari ... } 3 * 0.11 * 10^{-3} = 0.33 * 10^{-3}$$

$$\text{Orqa devorning tovon nurlari ... } 3 * 0.11 * 10^{-3} = 0.33 * 10^{-3}$$

$$\text{Jami} = 0,99 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Bug 'chiqishi 90% ($0,89 \cdot 10 \text{ m}^3 / \text{s}$) deb taxmin qilsak, bug'lanib sovutish bilan issiqlik yo'qotilishini topamiz

$$Q_{\text{oxl.2}} = 4,187 * 10^3 * 0,99 * 10^{-3} (100 - 30) * 14400 + [2256.8 + 1.88(150 - 100)] * 10^3 * 0.89 * 10^{-3} * 14400 * 18 : 22.4 = 27952.17 * 10^3 \text{ kДж} = 27,95 \text{ ГДж}$$

Sovutish suvi bilan umumiy issiqlik yo'qotilishi

$$Q_{\text{cool}} = 11.92 + 27.95 = 39.87 \text{ GJ}$$

10. Qoplama orqali issiqlik yo'qotilishi

Yo'qotishlar, tonoz orqali issiqlik:

$$Q_{\text{volt}} = (1580 - 50) / (0.28 / 2.6 + 1 / 28.0) * 91.4 * 14400 = 14042.073 \text{ kJ}$$

Magnesitekromitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, XI ilovaga binoan, tomning o'rtacha harorati $0,5 (1580 + 300) = 940 \text{ }^\circ \text{C}$ bo'lgan taqdirda $D\lambda M = 4.1 - 0.0016 \cdot 940 = 2.6 \text{ Vt} / (\text{m} \cdot \text{K})$. Konveksiya bilan issiqlik uzatish koeffitsienti $a = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ga teng. Qoplarning qalinligi $\delta_{IX} = 0,5 (0,46 + 0,10) = 0,28 \text{ m}$ pechka kampaniyasi uchun o'rtacha hisoblanadi.

Pechning devorlari orqali issiqlik yo'qotilishi:

Orqa devor o'rtacha qalinligi $\delta_M = 0,75 \text{ m}$ bo'lgan magnezit qatlamiga va qalinligi $\delta_{shl} = 0,065 \text{ m}$ bo'lgan engil chamot filiga ega. Toplamaning tashqi yuzasi harorati $200 \text{ }^\circ \text{C}$ ga teng va qatlamlar orasidagi intervalda $1100 \text{ }^\circ \text{S}$. XI ilovaga muvofiq biz olamiz

$$\square m = 6.28 - 0.027 * 0.5 * (1580 + 1100) = 2.66 \text{ Vt} / (\text{m} * \text{K})$$

$$D_{shl} = 0.314 + 0.00035 * 0.5 (1100 + 200) = 0.54 \text{ Vt} / (\text{m} * \text{K})$$

$$B = 10 + 0,06 * 200 = 22 \text{ Vt} / (\text{m}^2 * \text{K})$$

Keyin

$$Q_{z.st} = (1580-30) / (0,75 / 2,66 + 0,065 / 0,54 + 1/22) * 23,1 * 14400 = 1159 * 103 \text{ kJ} = 1,16 \text{ GJ}$$

Old devor orqali issiqlik yo'qotilishi

$$Q_{p.st} = (1580-30) / (0,6 / 3,88 + 1/22) * 12,54 * 14400 = 1398,32 * 103 \text{ kJ} = 1,4 \text{ GJ}$$

$$\text{Bu erda } \alpha_m = 6,28 - 0,0027 (1580 + 200) / 2 = 3,88 \text{ Vt} / (\text{m} * \text{K}).$$

Pastki tomondan issiqlik yo'qotishlari teng

$$Q_{sub} = 5100 * 102,4 * 14400 = 6475,78 * 10^3 \text{ kJ} = 6,48 \text{ GJ}.$$

Bu erda: 5100 Vt / m² - pastki qism orqali o'ziga xos issiqlik yo'qotishlari;
102,4 m² - maydon maydoni.

Jami qoplama orqali yo'qoladi

$$\text{Issiqlik} = 14,04 + 1,16 + 1,4 + 6,48 = 23,08 \text{ GJ}.$$

11. Tandir oynalari orqali nurlanish orqali issiqlik yo'qotilishi

$$Q_{rad} = 5,7 * 0,65 * (1600 + 273/100) * 46 * 1,7 * 5400 = 6697,34 * 103 \text{ kJ} = 6,7 \text{ GJ}.$$

12. CO₂ va H₂O dissotsiatsiyasi uchun issiqlik yo'qotishlari tabiiy gazning yonishidan olinadigan issiqlikning 2% ga teng deb qabul qilinadi, ya'ni.

$$Q_{diss} = 0,02 * 0,035 \text{ V} = 0,0007 \text{ V GJ}.$$

13. Yonayotgan gazlar bilan issiqlik yo'qotilishi va tabiiy gaz yonishidan olinadigan issiqlikning 2,5% ga teng deb qabul qilinadi.

$$\text{Chiqish} = 0,025 * 0,0355 = 0,00088 \text{ V GJ}$$

...

Tabiiy gaz sarfini issiqlik balansi tenglamasidan topamiz

$$Q_{prim} = Q_{flow}$$

$$0.82 + 194.26 + 322.76 + 8.81 + 0.035 V + 0.000245 V + 0.79 = 320.25 + 2.58 + 66.89 + 0.0268 V + 22.56 + 1.3 + 46.85 + 16.78 + 39.87 + 23.08 + 6.7 + 0.0007V + 0.00088V$$

yoki

$$0.006865V = 20.21,$$

qayerdan

$$B = 2943,9 \text{ m}^3.$$

Martenli o'choq kamerasing ishchi maydonining issiqlik balansi jadvalda keltirilgan.

O'rtacha issiqlik yuki

$$Q_{cp} = 35.0 * 2943.9 : 14400 = 7.155 \text{ MVt.}$$

Yuk ko'tarishsiz termal yuk

$$(39.87 + 23, C8 + 6.7) : 14400 = 4.84 \text{ MVt.}$$

... Martenli pech kamerasing issiqlik balansi

Parish maqolasi

Jismoniy issiqlik:

hurda ... 0,82 GJ (0,13%)

cho'yan ... 194,26 GJ (30,78%)

havo ... 1,51 GJ (0,24%)

Reaksiyalarning issiqligi:

ekzotermik ... 322,76 GJ (51,13%)

cüruf hosil bo'lishi ... 8,81 GJ (1,39%)

Tabiiy gazning yonishidan olingan issiqlik ... 103,04 GJ (16,33%)

Jami ... 631,20 GJ (100%)

Xarajatlar

Jismoniy issiqlik:

po'lat ... 320,26 GJ (50,74%)

cürufdagi metall ... 2,58 GJ (0,41%)

cüruf ... 66,89 GJ (10,55%)

Ohaktosh parchalanishi ... 22,56 GJ (3,57%)

Namlik bug'lanishi ... 1,30 GJ (0,21%)

Gazlarni isitish ... 46,85 GJ (7,42%)

Fe₂O₃ zarralari bilan olib borish ... 16,78 GJ (2,66%)

Suvni sovutish ... 39,87 GJ (6,33%)

Issiqlik yo'qotilishi:

qoplama orqali ... 23.08 GJ (3.66%)

radiatsiya ... 6,70 GJ (1,08%)

dissotsilanish uchun ... 2,09 GJ (0,33%) gazlar bilan ... 2,63 GJ (0,42)

yonish mahsulotlari bilan ... 79,60 GJ (12,62)

Jami ... 631,20 GJ (100%)

Eritish davrlari bo'yicha yoqilg'i sarfi

Chiqarish va yonilg'i quyish davri (davomiyligi 1440 s).

Chiqarish va yonilg'i quyish davridagi issiqlik yuki o'rtacha issiqlik yukining 75% ga teng deb hisoblaymiz. Keyin

$Q_1 = 0.75 * 7.155, = 5.366 \text{ MVt}$ va tabiiy gaz sarfi

$B_g = 5.366 - 1440 / 35.0 = 220.64 \text{ m}^3 / \text{davr}.$

To'ldirish va isitish davri (davomiyligi 4680 s).

Ushbu davrda maksimal issiqlik yuki o'rtacha 125% darajasida saqlanadi.

Keyin

$Q_2 = 1.25 - 7.155 = 8.94 \text{ MVt}$

va $B_2 = 8.94 - 4680 / 35.0 = 1195.69 \text{ m}^3 / \text{davr}.$

Quyish, quyma temir va eritish davri (davomiyligi 4680 s). Odatda, quyish va eritish davri o'rtacha issiqlik yukida sodir bo'ladi. Keyin

$Q_3 = 7.155 \text{ MVt}$ va $B_3 = 7.155 - 4680 / 35.0 = 956.87 \text{ m}^3 / \text{davr}.$

Tuzatish davri (davomiyligi 3600 s)

$Q_4 = (7.155 - 14400 - 5.366 - 1440 - 8.94 - 4680 - - 7.155 - 4680) / 3600 = 5.55 \text{ MVt}.$ Keyin $B_4 = 5.55 - 3600 / 35.0 = 570.7 \text{ m}^3 / \text{davr}.$

Hisob-kitoblarning to'g'riligini tabiiy gaz narxlarini davrlar bo'yicha yig'ish orqali tekshiramiz

$220.64 + 1195.69 + 956.87 + 570.70 = 2943.9 \text{ m}^3,$

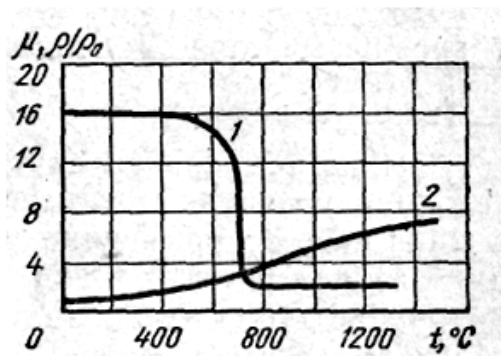
bu issiqlik balansidan topilgan qiymatga mos keladi.

5-amaliy dars. Induksion inshootlarni hisoblash.

Ishdan maqsad; Induksion isitish moslamasini hisoblash termal hisoblashni o'z ichiga oladi

Induksion isitish moslamasini hisoblash termal hisoblashni o'z ichiga oladi, buning natijasida isitish vaqti va kerakli o'ziga xos quvvat aniqlanadi va induktorning geometrik parametrlarini, induktorga berilgan quvvatni, induktor terminallaridagi oqim va kuchlanishni topishga imkon beradigan elektr hisobi kiradi.

Induksion o'rnatishni hisoblash qizdirilgan metallning harorati va magnit maydon kuchlanishi o'zgarishi bilan elektr parametrlarining o'zgarishi bilan sezilarli darajada murakkablashadi, bu mahsulotda elektr toki paydo bo'lishiga olib keladi.



Rasm.6. Elektr qarshiligining (2) nisbiy magnit o'tkazuvchanligining (1) haroratga bog'liqligi (45-po'lat)

Isitish paytida po'latning qarshilik qarshiligi va nisbiy magnit o'tkazuvchanligi The ning o'zgarishi shakl. 5. Rasmdan ko'rinib turibdiki, po'lat Kyuri nuqtasi ustida qizdirilganda uning magnit xususiyatlari yo'qoladi ($\mu = 1$). O'zgaruvchan magnit maydonga joylashtirilgan o'tkazgichda sirt effekti borligi sababli, oqim zichligi (A / m^2) tasavvurlar bo'ylab eksponent ravishda o'zgaradi:

$$j_x = j_0 \exp(-x / \Delta),$$

bu erda j_0 va j_x - mos ravishda sirdagi va x chuqurlikdagi oqim zichligining qiymatlari (A / m^2); \exp - tabiiy logaritma asoslari; Δ - formulalar bo'yicha aniqlangan oqim penetratsion chuqurligi, m

$$B = 503$$

bu erda f - chastota, Hz; r - qarshilik, Ohm · m.

$X = \text{When}$ bo'lganda, oqim zichligi qizdirilgan tana sirtidagi oqim zichligidan "e" marta kam bo'ladi. Namunada chiqarilgan quvvat P tok zichligi kvadratiga mutanosib bo'lganligi sababli, qalinligi a qatlamida chiqarilgan quvvat butun tanada chiqarilgan umumiy quvvatning 86,5 foizini tashkil etishini tekshirish oson. Oqimning kirish chuqurligi r va on ga bog'liq bo'lgani uchun, tana harorati o'zgarishi bilan o'zgarishi kerak.

Magnit konversiya nuqtasi ustida qizdirilgan po'lat ichiga oqimning chuqurligini D_k bilan belgilaylik ($\rho = 1$; $r = r_k = 10^{-6}$ Ohm m).

Isitganda po'lat asta-sekin magnit xususiyatlarini yo'qotadi, sirtdan markazga qiziydi. Metall magnit xususiyatlarga ega bo'lmagan (Kyuri nuqtasi ustida qizdirilgan) va magnit xususiyatlarga ega bo'lgan qatlamni o'z ichiga olgan ikki qatlamga aylanadi.

Agar "oqim penetratsiyasining issiq chuqurligi" Δk qizigan qatlam x_k chuqurligidan katta bo'lsa, ya'ni. $D_k > x_k$, keyin bunday isitish chuqur yoki isitish orqali deyiladi. $D_k < x_k$ bo'lganda, isitish sirt deyiladi.

V KEYSLAR

Bosqichlar	Topshiriqlar
1-bosqich	Taqdim etilgan aniq vaziyatlar bilan tanishib chiqing. Muammoli vaziyat mazmuniga alohida e'tibor qarating. Muammoli vaziyat qanday masalani hal etishga bag'ishlanganligini aniqlang.
2-bosqich	Keysdagi asosiy va kichik muammolarni aniqlang. Yoz fikringizni guruh bilan o'rtoqlashing. Muammoni belgilashda isbot va dalillarga tayaning. Keys matnidagi hech bir fikrni e'tibordan chetda qoldirmang.
3-bosqich	Guruh bilan birgalikda muammo yechimini toping. Muammoga doir yechim bir necha variantda bo'lishi ham mumkin. Shu bilan birga siz topgan yechim qanday natijaga olib kelishi mumkinligini xam aniqlang.
4-bosqich	Guruh bilan birgalikda keys yechimiga doir taqdimotni tayyorlang. Taqdimotni tayyorlashda sizga taqdim etilgan javdalga asoslaning. Taqdimotni tayyorlash jarayonida aniqlik, fikrning ixcham bo'lishi tamoyillariga rioya qiling

2-Keys: Haydovchi avtomobilning saloniga ko'p miqdorda gaz xidi chiqayotganini sezdi va bu xid tez orada tashqariga ham chiqa boshladi va avtomobil dvigetelida yong'in chiqishi oqibatida kuchli portlash sodir bo'ldi. Bu avtomobil haydovchisining sog'ligiga ziyon keltirdi, shuningdek, atmosferaning ifloslanishiga olib keldi. Mutaxassislarining jarayonni tekshirishlari natijasida avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlari ishdan chiqqanligi aniqlandi.

Mutaxassislar tomonidan berilgan xulosa to'g'rimi? Avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlari ishdan chiqishiga yana qanday faktorlar sabab bo'lishi mumkin?

Keysni amalga oshirish bosqichlari

Bosqichlar	Topshiriqlar
1-bosqich	Keys bilan tanishib chiqing. Muammoli vaziyat mazmuniga alohida e'tibor qarating. Muammoli vaziyat qanday masalani hal etishga bag'ishlanganligini aniqlang.
2-bosqich	Suyuqlashtirilgan propan-butanli (neftli) gaz (SNG) tarkibiga kiruvchi propilen va butilen olepinli guruhlarning kimyoviy faolligini aniqlang. Bunday kimyoviy faollik dvigetelning ta'minlash tizimiga qanday ta'sir ko'rsatishini aniqlang.
3-bosqich	Avtomobilning gaz apparaturasining rezino-texnik elementlarining buzilishiga olib kelgan sabablarni aniqlang. Ular bir nechta bo'lishi mumkin. Yuqoridagi holat uchun sabab bo'lgan faktorni aniqlang va muammo yechimini izlang. Topgan yechimni asoslang va aynan shu vaziyatga sabab bo'lganligini misollar yordamida izohlang.
4-bosqich	Keys yechimi bo'yicha o'z fikr-muloxazangizni yozma ravishda yoriting va taqdim eting.

KEYSLI VAZIYATLAR

(O'quv mashg'ulotlarida foydalanish uchun tavsiya etiladi)

1-Keys: Keyingi 20 yil ichida atrof-muhit ekologiyasi buzilib, yer yuzi xavosining xarorati taxminan 2 gradusga kG'tarildi. Buning natijasida muzliklar eriy boshlab okeandagi suv sathi ko'tarila boshladi, yer yuzining ba'zi cho'l zonalarida, ayniqsa Afrikada, qurg'oqchilik kuchaydi. Bular inson xayoti, yashash sharoiti va faoliyati uchun sezilarli ta'sir o'tkazmoqda.

Sizning fikringizcha bu muammoni xal qilishning qanday yo'li yoki yo'llari mavjud? Yoz fikringizni bildiring.

2-keys: Ichki yonuv dvigatellari uchun qo'llanila boshlangan ba'zi alternativ yonilg'ilar motor o't olishi va alanganing tarqalishiga salbiy ta'sir qilmoqda hamda zararl moddalar va zarrachalar chiqishini ko'paytirmoqda.

Bu muammolarning oldini olish uchun alternativ yonilg'ilar qanday talablarga mos kelishi kerak?

3 -Keys: Vodorod – yuqori samarali va ekologik toza yonilg'idir. Vodorod yonganda faqat suv xosil bo'ladi, uning yonish issiqligi esa 143 kDj/g, ya'ni uglevodorodlarga (29 kDj/g) nisbatan 5 marta yuqori. Vodorod – borliqda eng keng tarqalgan modda (mutaxassislarning bahosiga qaraganda u yulduzlar massasining yarmini va yulduzlararo gazning katta xajmini tashkil qiladi), lekin yer yuzida erkin ko'rinishda u deyarli yo'q.

Vodoroddan yonilg'i sifatida foydalanishning imkoni bormi? Agar bor deb hisoblasangiz, o'z mulohazalaringizni bayon qiling.

4-Keys: Metanol boshqa spritlar orasida xom-ashyo resurslari pozitsiyasida va boshqa texnikaviy-iqtisodiy omillar bo'yicha benzin uchun eng istiqbolli komponent hisoblanadi. Lekin bug'lanishning yuqori issiqligi dvigatel o't olishini yomonlashtiradi va metanoldan toza ko'rinishda foydalanishga qiyinchiliklar tug'diradi, bundan tashqari dvigatel metanolda ishlaganda atmosferaga formaldegid 3...5 marta ko'proq chiqariladi, u esa korrozion aktiv modda hisoblanadi.

Metanoldan benzinga samarali qo'shimcha sifatida foydalanishning yo'li, ya'ni yuqorida bayon qilingan muammolarning yechimi bormi? Yoz fikringizni izhor qiling.

5-Keys: Jahon rivojlanishining boshqa qator muammolaridan farqli ravishda, biomahsulotlar muammosi "bozor surib chiqarishi" emas balki keng siyosiy qo'llab-quvvatlanishga ega. Bioyonilg'ilarning yurituvchi kuchlari va muammolari mamlakatga qarab o'zgaradi.

Ushbu masalaning yechimini toping.

6-Keys: Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatelda azot oksidlanishi va *NO* hosil bo'lishi alanga fronti ortida yonish maxsulotlari zonasida sodir bo'ladi, u yerda harorat eng yuqori bo'ladi. Gazlar harorati ko'tarilishi va kislorod kontsentratsiyasi ortishi sababli *NO* hosil bo'lishi keskin ortadi. Bu atrof-muhitga kuchli salbiy ta'sir qiladi.

Bu muammoni yechish yo'llari bo'yicha o'z mulohazalaringizni bayon qiling.

7-Keys: Bugungi kunda vodorodning narxi juda yuqori, bundan tashqari, dvigatel vodorod bilan ta'minlashga o'zkazilganda maksimal quvvat kamayadi, qayta alanganishlar paydo bo'ladi, metallar yuza qatlamlarida vodorod bilan to'yinish natijasida "vodorod mo'rtligi" hosil bo'ladi.

Bu muammolarning yechimi bormi? Agar yechimi bor deb hisoblasangiz o'z fikringizni bayon qiling.

VI. GLOSSARIY

Absolyutnaya temperatura	mutlaq harorat	absolute temperature	Kelvin darajasida ifodalangan O° harorat.
Absorbat	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Absorbent	Absorbent	absorbent	absorbsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Absorber	Absorber	absorber	absorbsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Absorbsiya	Absorbsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi.
Agent	Agent	agent	sistemaga qo‘shilgan jarayonni maqsadga muvofiq o‘zgartiruvchi modda yoki moddalar aralashmasi
Agregat	Agregat	aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o‘zaro birikib yiriklashgani.
Adiabaticeskii protsess	Adiabatik jarayon	adiabatic process	tashqi muhitdan mutlaq ajratilgan sistemada boradigan jarayon
Adsorbent	Shimuvchi	adsorbent	sirti shimish qobiliyatiga ega bo‘lgan sintetik yoki tabiiy qattiq modda (mas: ko‘mir)
Adsorber	Shimdirgich	Adsorber	shimilish jarayoni o‘tkaziladigan dastgoh
Adsorbsiya	Shimilish	Adsorption	eritmadagi molekula va ionlarning qattiq jism sirtiga yutilishi
Aktivator	Faollantiruvchi	activator	reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda
Aktivatsiya	Faollantirish	activation	moddaning fizik-kimyoviy faolligini oshirish

Absolyutnaya temperatura	mutlaq harorat	absolute temperature	kelvin darajasida ifodalangan O° harorat
absorbat	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Absorbent	Absorbent –	absorbent	absorbsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Absorber	Absorber	absorber	absorbsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Absorbsiya	Absorbsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi
Agregat	Agregat	aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o‘zaro birikib yiriklashgani.
Anion	Anion	acid ion	elektroledning suvda eriganidan hosil bo‘lgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).
Anionitы	Anionitlar	anionite	o‘z anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega bo‘lgan ion almashtiruvchi modda
Apparat	Dastgoh	apparatus	jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma uskuna.
Ariometr	Areometr	hydrameter	suyuqlikning solishtirma og‘irligini o‘lchaydigan asbob
Aeratsiya	Aeratsiya	aeration	suyuqliklarni havo bilan to‘yintirish
Aerozol	Aerozol	aerosol	ichida qattiq yoki suyuq zarrachalar muallaq joylashgan gaz muhitli kolloid sistema

Aerosmes	Havo aralashmasi	aeromixture	qattiq yoki suyuq yonilg'ilarning havo bilan aralashmasi
Bak	Suvdon	tank\ vat	suv yoki boshqa suyuqlik saqlanadigan idish
Bakteriya	Bakteriya	bacterium	bo'linish yo'li bilan ko'payuvchi oddiy va bir hujayrali yadrosiz mikroorganizm
Bakterialnoe vychelachivanie	Bakteriyali tanlab eritish	bacterial-leaching	ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish
Bakteriologicheskoe obogaceniye	Bakteriyal boyitish	bacteriologic al enrichment	foydali qazilmalarni bakteriyalar ishtirokida boyitish
Vodyanaya banya	Qosqon	water bath	kichik hajmli kimyoviy idishlarni va ularning ichidagi ashyolarni isitish yoki sovutish uchun ishlatiladigan suvli idish
Basseyn	Havza	basin	havo yoki suyuq modda to'plangan joy
Biotexnologiya	Beotexnologiya	biotechnolog y	mikroorganizmlar ishtirokida ruda tosh va boyitmalardan metallarni ajratib olish usuli.
Blagorodnyye metally	Nodir metallar	noble metal	oltin, kumush, platina va platinoidlar (palladiy ,iridiy ,radiy ,ruteniy va osmiy) ning texnika va fandagi umumiy nomi.Ularning tashqi ko'rinishi chiroyli va kimyoviy turg'un bo'lganligi uchun

			shunday nom berilgan.
Vanna	Tos	pool	suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish
Ventilyasiya	SHamollatish	ventilation	bino,xona havosini yaxshilash maqsadida havo almashtirish
Vlagosoderjani e	Namlik	moisture content	ashyolarning tarkibidagi suvning miqdori
Vlagomer	Nam o'lchagich	moisture meter	materialning namligini o'lchash asbobi
Vlagopoglopienie	Namtortishlik	moisture absorption	materiallar va buyumlarning suvini yutish va o'zida saqlab turish xossasi.
Vlagostoykost	Namga chidamlilik	moisture resistant	ashyolarning vaqt davomida nam havoda o'z hususiyatini yo'qotmay turish qobiliyati.
Vlajnost	Namlik	humidity dampness	ashyodagi suvning miqdori
Vnutrennyaya energiya	Ichki energiya	internal energy	sistemaning ichki holatiga bog'liq bo'lgan energiya
Vodoochistka	Suvni tozalash	water treatment	idishga va sanoatda ishlatishga halaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni
Vodopodgotovka	Suv tayyorlash	water treatment	suvni iste'molchi uchun etadigan miqdorda va talabdagi tozalikda tayyorlab berish jarayoni
Vodosnabjenie	Suv ta'minoti	water supply	korxonani etarli miqdorda suv bilan ta'minlash ishlari
Vosstanovitel	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(metallning)chiqishi	power efficiency	elektroliz jarayonida foydali ishga sarflangan energiya miqdorini ko'rsatuvchi kattalik.
Выщелачивание	Tanlab eritish	leaching	ruda va boyitmalardan maxsus sharoitlarda metallarni eritmaga o'tkazish jarayoni
Выпаривание	Bug'lanish	evaporation	moddani qaynash haroratidan yuqori darajada qizdirib ,gaz holatiga o'tkazish
выброс	Otilma	ejection, outburst	suyuq ashyolar ichida gazlarning to'planib qolishi natijasida,ularning otilib chiqish jarayoni
Вскрытие	Yuzani ochish	breac-drown	reaksiyaga kirishayotgan moddani o'rab turgan nojins elementlardan tozalash.
Vyazkost	Qovushqoqlik	viscosity	harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir-biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik ,qarshilik miqdori molekulalarning o'zaro tortishuv kuchlariga bog'liq

Выажуіе материалы	qovushtiruvchilar	binder	olovbardosh g'ishtlarni tayyorlashda ularning tarkibiga qo'shiladigan organik va anorganik moddalar(mas:ohak,sement,va b.).
Desorbsiya	Desorbsiya	desorption	yutilgan ionlarni qattiq (yoki suyuq)modda tarkibidan chiqarish.Sorbsiyaga teskari jarayon.
Desorber	Desorber	desorber	desorbsiya jarayonini amalga oshiruvchi dastgoh
Diagramma	Diagramma	diagram	taqqoslanayotgan kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni yaqqol ko'rsatuvchi chiziqli tasvir.
Dispergirovanie	Dispirslash	dispersion	suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini taqsimlanishini ta'minlash,maydalash
Dispersnost	Disperlik	dispersivity	mayinlik (maydalik) darajasi
Dissotsiatsiya	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.
Zoli	Zollar	sols	suyuq dispers muhitdagi yuqori derspersli kolloid sistema
Zoloto	Oltin	gold	nodir metallarga mansub kimyoviy unsur,belgisi

			Au,t.s.79,at.m.196.967.c hiroyli sariq rangli metall.E.x.1063 ⁰ S.kislot alarda erimaydi.
Izvestkovaya voda	Ohakli suv	limewater	kalsiy asosinig to‘yingan eritmasi.
Izvestkovoe moloko	Ohak suti	lime milk	ohakli suvdagi suzib yuruvchi so‘ndirilgan ohak Ca(OH)_2 zarrachalari.
Izvestnyak	Ohaktosh	limestone	asosan CaCO_3 tashkil topgan tog‘ jinsi.
Izvest	ohak	lime	ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot (CaO).
Iz vlechenie	Ajralish	extraction	texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining ko‘rsatkichi.ajralayotgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi,foizlar hisobida
Kislota	Kislota	acid	Tarkibida harakatchan vodorod atomlari bo‘lgan kimyoviy birikmalar sinfi.
Kislotnost	Nordonlik	acidity	Eritmalardagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha.uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.
Kislotostoykost	Nordonbardoshl ik	acid resistance	Buyum va jismlarning nordon muhitda o‘z

			xossalarini saqlab qolish qobiliyati
Lakmus	Lakmus	litmus	Tabiiy ranglanuvchi modda.Muhutning tasnifini aniqlash uchun ishlatiladi.(nordon muhitda ko‘karadi,ishqoriy muhitda qizaradi).
Lom	Lom	crow-bar	Ishdan chiqqan mashina,uskuna va boshqalarning metalli bo‘lagi.
Lyuk	Tuynuk	chute	Metallurgiya dastgohlarining ustki qismidan ochilgan eshikli teshik.Ulardan dastgoh ichida borayotgan jarayonlarni nazorat qilish uchun foydalaniladi.
Nabuxanie	Bo‘kish	swelling	Atrof muhitdan suyuqlik yoki bug‘ni yutish hisobiga qattiq jismlar hajmining kengayishi.
Nasos	Nasos	pump	Suyuqlik va gazlarni bosim ostida harakatga keltiruvchi gidromashina.
Насып	To‘kma	Embankment	Sochiluvchan ashyolar (tuproq,qum,ruda) uyumi.
Obezvojjivanie	Suvsizlantirish	Dehydration	moddadagi erkin bog‘lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni.Bu tindirish,suzish yoki moddani qizdirish yo‘li bilan amalga oshiriladi

Obezmejivanie	Missizlantirish	Decopperization	Metall,qotishma,toshqol va boshqa ashyolardan misni chiqarib olish jarayoni.
Obezuglerojivanie	Ko'mirsizlantirish	Decarburization	Suyuq metall tarkibidagi uglerodni yo'qotish jarayoni.
Obesserivanie	Oltinugursizlantirish	desulphurization	YUqori haroratda moddalar tarkibidagi oltinugurtni oksidlash yo'li bilan kamaytirish
Osadok	Cho'kma	precipitate	CHO'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot.
Osajdenie	Cho'ktirish	Precipitation	Suspenziya va emulsiyalardan mayda,qattiq zarralarni og'irlik kuchi ta'sirida ajratish.
Passivator	Susaytirgich	passivator	Jarayonning tezligini sekinlashtiruvchi moddalar (asosan oksidlovchila
PDK (predelno dopustimaya konsentratsiya)	REK (ruxsat etilgan konsentratsiya)	safeconcentration	Zaharli moddalarning insonga zarar etkazmaydigan konsentratsiyasi.
Radioaktivnost	Radiofaollik	Radioactivity	Radiy .aktiniy va boshqa unsurlar atomlarining o'z-o'zidan yemirilib,alfa,betta,gamma nurlar chiqarib,boshqa elementlarga aylanib turish xodisasi.
Rastvoritel	Erituvchi	solvent	Moddalarni eritish xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlik.
Rastvorenje	Eritish	dissolution	Moddani erituvchi ta'siri ostida suyuq holatga

			keltirish.
Rastvor	Eritma	solution	Ikki yoki undan ortiq a'zoldan iborat bir jinsli aralashma. Eritmalar: buferli,ideal,qattiq, qotishma,suyuq,gazli,va h.k.bo'ladi.Eritma va erituvchidan iborat.
Reagent	Reagent	reagent	Kimyoviy reaksiyada ishtirok etuvchi modda.
Reaktiv	Reaktiv	chemical agent	Laboratoriya, ilmiy tadqiqot tajribalarida ishlatiladigan kimyoviy modda
Reaktor	Reaktor	reactor	kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan dastgoh.
Reaksiya	Reaksiya	reaction	Moddalar,ion,molekula yoki zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashish jarayoni.
Sedimentatsiya	CHO'kish	Sedimentation	Gravitatsion maydon va markazdan qochma kuch yordamida eritmada qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi
Selektivnoe izvlechenie	Tanlab ajratish	selective extraction	Metallni yoki metall birikmalarini kon mahsulotlaridan tanlab ajratib olish
Selektivные реактивы	Saylanma reaktivlar	selective reagent	Ko'p ionlar orasidan bir xil ionlar bilangina reaksiyaga kirishuvchi moddalar
Skvajina	Quduq	hole	Suyuq yoki gaz holdagi moddalarni er ostidan chiqarib olish uchun

			mo'ljallangan qurilma.
Smola	Qatron	resin	YUqori polyemirli uglevodlar zanjirining fazoviy turidan tashkil topgan, tarkibida ion almashuvi faol guruhlari bo'lgan organik qattiq modda.
Faza	faza	phase	Chegara sirtlari bilan ajratilgan va tashqi kuch ta'sir qilmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan sistema.
Farfor	Chinni	porcelain	Suyuqlik va gazlarni shimmaydigan, tuproq, qum, kaolinit va dala 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.
Светные металлы	Rangli metallar	non-ferrous metal	Temir va uning birikmalaridan boshqa hamma metallarning sanoatdagi umumiy nomi.
Сянирование	Sinillash	Cyanidation	Nodir metallarni sinil eritmasi bilan tanlab eritish jarayoni.
СНан	Chan	precipitator	Katta chuqur to'garak idish. Bo'tanani

			aralashtirish,tindirish uchun ishlatiladi.
Щелоч	Ishqor	alkali	Suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.
Щелочноземельные металлы	Ishqoriy er metall	alkali earth metal	Kalsiy, stronsiy,seziy,bariy,rodiylarning umumiy nomi.
Щелочные металлы	Ishqoriy metall	alkalimetal	Natriy,litiy,kaliylarning fandagi umumiy nomi.
Evtektika	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.
Ekvivalent	Teng qiymat	equivalent	(Qarang: Ximicheskii ekvevalent).
Ekzotermicheskaaya reaksiya	Ekzotermik reaksiya	exothermic reaction	Issiqlik chiqarish bilan boradigan reaksiya.
Ekspress-Analiz	Tezkor tahlil	express train	Texnologik jarayonlarni nazorat qilish uchun qo'llaniladigan tadbir va kimyoviy tahlil usullari.
Ekstragenty	Ekstragentlar	extraagent	Eritmadagi ion va molekulalar bilan birikma hosil qiluvchi va hosil bo'lgan birikmasi boshqa biror organik suyuqlikda eruvchi organik modda.
Ekstragirovanie	Ekstraksiyalash	extraction	Eritmadagi ion va molekulani organik fazaga o'tkazish.
Ekstraktor	Ekstraktor	extractor	Ekstraksiyalash dastgohi.

VII. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. 1-jild. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O'zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoev Sh.M. Niyati ulug' xalqning ishi ham ulug', hayoti yorug' va kelajagi farovon bo'ladi. 3-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2018.
7. O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda qabul qilingan “Ta'lim to'g'risida”gi O'RQ-637-sonli Qonuni.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun “Oliy ta'lim muassalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida” gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida”gi 4947-sonli Farmoni.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 aprel "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PQ-2909-sonli Qarori.
11. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O'zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PF-5729-son Farmoni.
12. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
13. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentyabr “2019-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
14. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabr “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida” giPF-5847-sonli Farmoni.
15. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 29 oktyabr “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-

6097-sonli Farmoni.

16. 16.O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi.

17. 17.O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 797-sonli Qarori

III.Maxsus adabiyotlar

1. Chiranjib Kumar Gupta Chemical Metallurgy: Principles and Practice. Copyright, 2003. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
2. TREATISE ON PROCESS METALLURGY Industrial Processes Editor-in-Chief SESHADRI SEETHARAMAN, 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
3. J.W. Newkirk Advanced methods and Technologies in Metallurgy (Wit Transaction on Ecology and the Environment). Wit Pr/Computational mechanics, 2015.
4. Sanakulov K. Nauchno-texnicheskie osnovy pererabotki otxodov gornometallurgicheskogo proizvodstva. –T.: FAN, 2009. – 405 s.
5. K.S. Sanakulov, A.S. Xasanov Pererabotka shlakov mednogo proizvodstva. –T.: FAN, 2007. -256 s.
6. Kramarov A.D., Sokolov A.N. Elektrometallurgiya stali i ferrosplavov - M.: Metallurgiya, 1998. - 376 s.
7. YUsupxodjaev A.A., Balgabaeva G.T. Elektrometallurgiya stali i ferrosplavov. - T.: TGTU, 2005. -136 s.
8. YUsupxodjaev A.A. Pirometallurgiya jarayonlarining nazariyasi. Ma'ruza matni. 1-qism. Toshkent: ToshDTU. 1999. -68 b.
9. YUsupxodjaev A.A. «Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi». Ma'ruza matni. 2-qism. Toshkent: ToshDTU. 2000. -74 b.
10. A.A. Yusupkhodzjayev, Sh.T. Khojiyev. Methods of decreasing of Copper loss with Slag in Smelting Processes// International Academy Journal Web of Scholar. Kiev, March 2017, № 2(11), Vol. 1, P. 5 – 8.

11. Yusupkhodjaev A.A., Khojiev Sh.T., Valiev X.R., Saidova M.S., Omonkhonov O.X. Application of Physical and Chemical Methods for Processing Slags of Copper Production // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 1, January 2019. P. 7957 – 7963.
12. Khojiev Sh.T. Pyrometallurgical Processing of Copper Slags into the Metallurgical Ladle // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 2, February 2019. pp. 8094 – 8099.
13. S.T. Matkarimov, A.A. Yusupkhodjaev, Sh.T. Khojiev, B.T. Berdiyarov, Z.T. Matkarimov. Technology for the Complex Recycling Slags of Copper Production // Journal of Critical Reviews, Volume 7, Issue 5, April 2020. P. 214 – 220. DOI: <http://dx.doi.org/10.31838/jcr.07.05.38>

IV. Internet saytlar

1. <http://edu.uz> – O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
2. <http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
3. <http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
4. <http://ziyonet.uz> – Ta'lim portali Ziyonet
5. <http://natlib.uz> – Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi
6. <http://www.agmk.uz>
7. <http://www.ngmk.uz>
8. <http://misis.ru>
9. <http://www.mining-journal.com/mj/MJ/mj.htm>