

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**METALLURGIYADA DOLZARB
MUAMMOLAR VA ZAMONAVIY
YUTUQLAR**

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

Toshkent-2026

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27-dekabrdagi 485-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dasturi va o'quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchilar: S.T. Matkarimov - texnika fanlari doktori, professor.
K.T. Ochildiyev - texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Taqrizchilar: A.U. Samadov - texnika fanlari doktori, professor.

O'quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2025-yil 29-yanvardagi 5-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I.	Ishchi dastur.....	5
II.	Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari	11
III.	Nazariy materiallar	22
IV.	Amaliy mashg‘ulot materiallari.....	51
V.	Keyslar banki	68
VI.	Glossariy	73
VII.	Adabiyotlar ro‘yxati	74

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli Farmoni bilan tasdiqlangan “2017-2021-yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar Strategiyasi”da milliy kadrlarning raqobatbardoshligi va umumjahon amaliyotiga asoslangan oliy ta‘lim milliy tizimining sifati oshishiga, Bolonya jarayoni ishtirokchi mamlakatlari diplomlarini o‘zaro tan olishga, o‘qituvchi va talabalar bilan almashuv dasturlarini amalga oshirishga ko‘maklashuvchi 1999-yil 19-iyundagi Bolonya deklaratsiyasiga qo‘shilish masalasini ko‘rib chiqish belgilab qo‘yilgan.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son Farmoni bilan tasdiqlangan “O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi”da oliy ta‘lim jarayonlariga raqamli texnologiyalar va zamonaviy o‘qitish usullarni joriy etish, yoshlarni ilmiy faoliyatga keng jalb etish, korrupsiyaga qarshi kurashish, muhandislik-texnik ta‘lim yo‘nalishlarida tahsil olayotgan talabalar ulushini oshirish, kredit-modul tizimini joriy etish, o‘quv rejalarida amaliy ko‘nikmalarni oshirishga qaratilgan mutaxassislik fanlari bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlar ulushini oshirish bo‘yicha aniq vazifalar belgilab berilgan.

Shuningdek, mamlakatimizning barcha sohalarida islohotlarni amalga oshirish, odamlarning dunyoqarashini o‘zgartirish, yetuk va zamon talabiga javob beradigan mutaxassis kadrlarni tayyorlashni hayotning o‘zi taqozo etmoqda. Respublikada ta‘lim tizimini mustahkamlash, uni zamon talablari bilan uyg‘unlashtirishga katta ahamiyat berilmoqda. Bunda mutaxassis kadrlarni tayyorlash, ta‘lim va tarbiya berish tizimi islohatlar talablari bilan chambarchas bog‘langan bo‘lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Zamon talablariga javob bera oladigan mutaxassis kadrlarni tayyorlash, Davlat talablari asosida ta‘lim va uning barcha tarkibiy tuzilmalarini takomillashtirib borish oldimizda turgan dolzarb masalalardan biridir.

Ushbu dasturda xorijiy davlatlardagi yoyli dastakli, himoya gaz muhitida, flyus ostida, elektr-shlakli, elektron-nurli va lazerli payvandlashda keng tarqalgan texnologiyalari, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari masalalarining nazariy va amaliy asoslarini bayon etilgan.

Bugungi kunda yoyli dastakli, himoya gaz muhitida, flyus ostida, elektr-shlakli, elektron-nurli va lazerli payvandlash jarayonlar qo‘llanilmoqda. Lekin shu kunga qadar eritib payvandlashda keng tarqalgan texnologiyalari, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari bo‘yicha yangi bilim, ko‘nikma va malakalarini amalda qo‘llanilishining nazariy va amaliy jihatlari deyarli o‘rganilmagan. Bu holatlar yoyli dastakli, himoya gaz muhitida, flyus ostida, gaz bilan, elektr-shlakli, elektron-nurli va lazerli payvandlash jarayonlarning asoslarini har tomonlama nazariy va amaliy jihatdan o‘rganish va tahlil etishni dolzarbligidan dalolat beradi.

Modulning maqsad va vazifalari

Modulning maqsadi: Metallurgiyada mavjud muammolar va ularning hozirgi kundagi istiqbolli yechim turlarini o‘rgatishdan iborat.

Modulning vazifalari:

Bugungi kunda tinglovchilarga mos holda, O'zbekiston respublikasida dolzarb, yangi o'zlashtirilayotgan konlar, loyihalashtirilayotgan boyitish fabrikalari va qo'rilishi kutilayotgan metallurgik zavodlar haqida ma'lumotlarni yetkazish. Ishlab chiqarishga taklif etilayotgan texnologiyalarning afzallik va kamchilik tomonlarini taqqoslash; metallurgik ishlab chiqarishni loyihalash va hisoblashning uslubiy prinsiplariga qaratilgan texnologik jarayonlarni tanlash.

Modul bo'yicha bilimlar, ko'nikmalar, malakal va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

Kutilayotgan natijalar: "Metallurgiyada dolzarb muammolar va zamonaviy yutuqlar" kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- qora metallarni saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlash va po'lat ishlab chiqarishning yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishda qo'llashni
- jahonda qora metallarni saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlash va po'lat ishlab chiqarishning ahvoli va istiqbollari;
- rivojlangan xorijiy davlatlarda rangli metallarni saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlash va rangli metallarni ishlab chiqarishning zamonaviy ahvoli va istiqbollari;
- rivojlangan xorijiy davlatlardagi yangi texnologiyalar asosida rangli metallarni saqlovchi xom ashyolarni qayta ishlash va rangli metallarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni;
- kon-metallurgiya ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlashning ilmiy-texnik asoslarini;
- kon-metallurgiya korxonalarining texnogen chiqindilarini hosil bo'lish manbalarini;
- metallurgik ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan qattiq, gazsimon va suyuq chiqindilarni zararsizlantirishni va ularni atrof muhitga ta'sirini **bilishi** kerak.
- temirni rudadan bevosita ajratib olishning texnologik sxemalarini tuzish;
- rangli va yengil metallarni boyitish va boyitmalardan metallarni pirometallurgik va gidrometallurgik qayta ishlashning texnologik sxemalarini tuzish;
- rnoyob va nodir metallarni boyitish va boyitmalardan metallarni pirometallurgik va gidrometallurgik qayta ishlashning texnologik sxemalarini tuzish;
- metallurgik ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan zararli moddalarni turlarga ajratish va ularni zararsizlantirishning eng arzon va qulay usullarini tanlash **ko'nikmalariga** ega bo'lishi lozim.
- qora metallurgiya sohasida ilmiy-tadqiqot ishlarni tashkil etish va ilmiy ishlarning natijalarini ishlab chiqarishda va o'quv jarayonida qo'llash;
- rangli metallurgiya sohasida ilmiy-tadqiqot ishlarni tashkil etish va ilmiy ishlarning natijalarini ishlab chiqarishda va o'quv jarayonida qo'llash;

- yengil metallar saqllovchi xomashyolarni qayta ishlash texnologik jarayonini tanlash va hisoblash, sulfidli, oksidlangan boyitmalarni metallurgik qayta ishlashga tayyorlash, eritmalaridan metallarni ajratib turli usullarda ajratib olish;
- noyob va nodir metallar ishlab chiqarishning gaz va changlarni ushlash va atmosferaga salbiy ta'sirini oldini olish, metallurgik ishlab chiqarishning tashlandiq suvlarini tozalash va ekologik toza metallurgiyani yaratish **malakalariga** ega bo'lishi zarur.
- Qora metallurgiyada yangi texnologiyalarni tahlil qilish va metallurgik ishlab chiqarishga loyiqqligini aniqlash;
- Rangli metallurgiyada ishlab chiqarilayotgan yangi texnologiyalarni tahlil qilish asosida metallurgik ishlab chiqarishga loyiqqligini aniqlash;
- Yengil metallar metallurgiyasida yangi texnologiyalarni tahlil qilish va metallurgik ishlab chiqarishga loyiqqligini aniqlash;
- Metallar ishlab chiqarishning muammolarni bartaraf etuvchi usul va texnologiyalarni tahlil qilish va shu asosida yangi texnologiyalarni ishlab chiqish **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

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 birliklari bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriyadagi o'quv yuklamasi				
		Hammasi	Jumladan:			
			Jami	nazariy	amaliy	Ko'chma mashg'ulot
1	O'zbekistonda yengil metallar ishlab chiqarish imkoniyatlari. Litiy ishlab chiqarishning imkoniyatlari va O'zbekistonda mavjud kondan olingan ruda va boyitmasiga mos texnologiyalarni tanlash. O'zbekistonda alyuminiy va magniy ishlab chiqarish yo'lga qo'yish imkoniyatlari.	6	6	2		4
2	Mis, Rux va qo'rg'oshin metallurgiyasida ishlab chiqarishning muammolari va yangi texnologiyalari. O'zbekistonda mavjud mis konlaridan olinayotgan mis boyitmalari sifatini oshirish. Misni texnogen chiqindilar	6	6	2		4

	tarkibiga o'tishini nazorat qilish. Jarayonlarni avtomatlashtirish. Mis ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalarni O'zbekistonda mavjud mis boyitmalariga mosligini taqqoslash. O'zbekistonda Qo'rg'oshin ishlab chiqarish imkoniyatlarini baholash.					
3	Oltin metallurgiyasidagi yangi texnologiyalar. Qaysar oltin tarkibli rudalarni qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalari. Hozirgi kunda qo'llanilayotgan metallurgik ishlab chiqarish dastgohlarining texnologik ko'rsatgichlari. Dunyo amaliyotidagi oltin ishlab chiqarishda ilg'or texnologiyalar.	6	6	2		4
4	Qora metallurgiyada yangi materiallar. Qora metallurgiyada yangi materiallar. Umumiy tushunchalar. Konstruktion materiallar. Instrumental kukunsimon po'latlar. Karbidli po'latlar. Ferrosilisiy ishlab chiqarishning texnologik sxemasini taxlili. Kremniy tarkibli eritmalarining po'latga bo'lgan ta'sirini o'rganish.	2	2		2	
5	Alyuminiy elektroliz jarayonining texnologik parametrlarini hisoblash. Alyuminiy elektroliz vannalari texnologik parametrlarini hisoblash. Elektroliz jarayoni tashqi omillar ta'sir etishini hisoblash. Alyuminiy elektroliz sexining vannalar sonini hisoblash. Alyuminiy vannasining issiqlik balansini hisoblash.	2	2		2	
6	Vanyukov pechida boradigan jarayonlarni hisoblash. Vanyukov pechi uchun ashyo tengligini hisoblash. Klinkerning ratsional tarkibini va qaytar chang tarkibini hisoblash. Qaytar changning tarkibi va miqdori. Shteynning miqdori va tarkibini hisoblash. Konverter toshqolining miqdori va tarkibini hisoblash.	2	2		2	
7	Qo'rg'oshin boyitmalarini shaxtali eritish pechlarida qayta ishlash jarayonini hisoblash.	2	2		2	

	Eritish mahsulotlarini tarkibini hisoblash. Havo sarfini hisoblash. Chiquvchi gazlar tarkibi va miqdorini hisoblash. Havo purkash mashinasining ko'rsatgichlarini va shaxtali eritish pechining asosiy o'lchamlarini hisoblash. Shaxtali eritishning issiqlik balansini hisoblash.					
8	Murakkab oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash jarayonini hisoblash. Oltinni sulfidli rudalardan ajratib olish uchun flotatsion boyitmalarni oksidlovchi usulda kuydirish jarayoni hisoblash.	2	2		2	

NAZARIY MASHG'ULOTLARMAZMUNI

1-MAVZU: O'ZBEKISTONDA YENGIL METALLAR ISHLAB CHIQRISH IMKONIYATLARI. (2 soat)

Litiy ishlab chiqarishning imkoniyatlari va O'zbekistonda mavjud kondan olingan ruda va boyitmasiga mos texnologiyalarni tanlash. O'zbekistonda alyuminiy va magniy ishlab chiqarish yo'lga qo'yish imkoniyatlari.

2-MAVZU. MIS, RUX VA QO'RG'OSHIN METALLURGIYASIDA ISHLAB CHIQRISHNING MUAMMOLARI VA YANGI TEXNOLOGIYALARI. (2 soat)

O'zbekistonda mavjud mis konlaridan olinayotgan mis boyitmalari sifatini oshirish. Misni texnogen chiqindilar tarkibiga o'tishini nazorat qilish. Jarayonlarni avtomatlashtirish. Mis ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalarni O'zbekistonda mavjud mis boyitmalariga mosligini taqqoslash. O'zbekistonda Qo'rg'oshin ishlab chiqarish imkoniyatlarini baholash. Rux va qo'rg'oshin ishlab chiqarishda zamonaviy chiqindisiz texnologiyalarni mahalliy xomashyo bazasiga moslashtirish imkoniyatlari. Sohadagi zamonaviy yutuqlar.

3-MAVZU: OLTIN METALLURGIYASIDAGI YANGI TEXNOLOGIYALAR. (2 soat)

Qaysar oltin tarkibli rudalarni qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalari. Hozirgi kunda qo'llanilayotgan metallurgik ishlab chiqarish dastgohlarining texnologik ko'rsatgichlari. Dunyo amaliyotidagi oltin ishlab chiqarishda ilg'or texnologiyalar.

AMALIY MASHG'ULOT MAZMUNI

1- AMALIY MASHG'ULOT: QORA METALLURGIYADA YANGI MATERIALLAR. (2 soat)

Qora metallurgiyada yangi materiallar. Umumiy tushunchalar. Konstruksion materiallar. Instrumental kukunsimon po‘latlar. Karbidli po‘latlar. Ferrosilisiy ishlab chiqarishning texnologik sxemasini taxlili. Kremniy tarkibli eritmalarning po‘latga bo‘lgan ta’sirini o‘rganish.

2- AMALIY MASHG‘ULOT: ALYUMINIY ELEKTROLIZ JARAYONINING TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI HISOBLASH. (2 soat)

Alyuminiy elektroliz vannalari texnologik parametrlarini hisoblash. Elektroliz jarayoni tashqi omillar ta’sir etishini hisoblash. Alyuminiy elektroliz sexining vannalar sonini hisoblash. Alyuminiy vannasining issiqlik balansini hisoblash.

3- AMALIY MASHG‘ULOT: VANYUKOV PECHIDA BORADIGAN JARAYONLARNI HISOBLASH. (2 soat)

Vanyukov pechi uchun ashyo tengligini hisoblash. Klinkerning ratsional tarkibini va qaytar chang tarkibini hisoblash. Qaytar changning tarkibi va miqdori. Shteynning miqdori va tarkibini hisoblash. Konverter toshqolining miqdori va tarkibini hisoblash. Tashlanma toshqol tarkibi va miqdorini hisoblash. Kislorodli purkashdagi moddalarning tarkibini hisoblash. Oqova gazlarning tarkibi va miqdorini hisoblash. Eritishning ashyolar tengligi. Vanyukov eritish pechi konstruksiyasining asosiy elementlari. Pech shaxtasining chegara elementlari orqali issiqlik yo‘qolishini hisoblash. Pechning issiqlik tengligi tenglamalari. Oqova gaz birikmalarining hajmini hisoblash.

4- AMALIY MASHG‘ULOT: QO‘RG‘OSHIIN BOYITMALARINI SHAXTALI ERITISH PECHLARIDA QAYTA ISHLASH JARAYONINI HISOBLASH. (2 soat)

Eritish mahsulotlarini tarkibini hisoblash. Havo sarfini hisoblash. Chiquvchi gazlar tarkibi va miqdorini hisoblash. Havo purkash mashinasining ko‘rsatgichlarini va shaxtali eritish pechining asosiy o‘lchamlarini hisoblash. Shaxtali eritishning issiqlik balansini hisoblash.

5-AMALIY MASHG‘ULOT: MURAKKAB OLTIN TARKIBLI RUDALARNI QAYTA ISHLASH JARAYONINI HISOBLASH. (2 soat)

Oltinni sulfidli rudalardan ajratib olish uchun flotatsion boyitmalarni oksidlovchi usulda kuydirish jarayoni hisoblash.

6-AMALIY MASHG‘ULOT: SHAXTA PECHIDA TABIIY GAZNING KISLORODLI KONVERSIYASINI QO‘LLAB METALLASHGAN QUMOQLAR OLIH JARAYONINI HISOBLASH. (2 soat)

Qumoqlarning metallashish darajasi, uning tarkibi hamda jarayonda qatnashadigan gazning tarkibini bilgan holda shaxta pechida tabiiy gazning kislorodli konversiyasini qo‘llab metallashgan qumoqlar olish jarayonini hisoblanadi.

KO‘CHMA MASHG‘ULOT MAZMUNI

1-MAVZU. MIS RUDALARINI FLOTATION BOYITISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH.

Ko‘chma mashg‘ulotda tinglovchilarni TDTUning “Metallurgiya” kafedrası va O‘zbekiston Yaponiya yoshlar innovatsiya markazining laboratoriyasiga olib borish ko‘zda tutilgan.

2-MAVZU. OLTIN TARKIBLI SULFIDLI RUDALARNING FLOTABOYITMALARINING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH.

Ko‘chma mashg‘ulotda tinglovchilarni TDTUning “Metallurgiya” kafedrası va O‘zbekiston Yaponiya yoshlar innovatsiya markazining laboratoriyasiga olib borish ko‘zda tutilgan.

5-MAVZU. QORA METALLURGIYA TEXNOGEN CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH.

Ko‘chma mashg‘ulotda tinglovchilarni TDTUning “Metallurgiya” kafedrası va O‘zbekiston Yaponiya yoshlar innovatsiya markazining laboratoriyasiga olib borish ko‘zda tutilgan.

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma’lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko‘rilayotgan loyiha yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

DASTURNING INFORMASION-METODIK TA'MINOTI

Fanni o'qitish jarayonida zamonaviy metodlarni, pedagogik va axborot texnologiyalarni ko'llashni:

- fanning barcha ma'ruzalari bo'yicha zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida multimediyali taqdimot tayyorlashni;
- amaliy mashg'ulotlarda pedagogik va axborot-komunikasiya texnologiyalaridan keng foydalanishni;
- tinglovchilarning ilg'or tajribalarni o'rganishni va ommalashtirishni nazarda tutadi.

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2006 yil 10-fevraldagi 20-son qarori bilan tasdiqlangan "Oliy ta'lim muassasalariga pedagog xodimlarni tanlov asosida ishga qabul qilish tartibi to'g'risida" Nizomi mavjud. Ammo, mamlaktimizda o'tkazilayotgan islohatlar OTMda chuqur kasbiy bilimlarga, ilmiy yutuqlarga, ijodiy, ilmiy salohiyatga, yuksak intellektual qobiliyat va axloqiy fazilatlariga ega bo'lgan, Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talablari darajasida mutaxassislar tayyorlash bilan shug'ullanishga munosib malakali pedagog kadrlarni tanlash uslubini yaratishni ham talab etmoqda. Bu borada ma'lum ishlar mutaxassislar tomonidan olib borilmoqda. Biz ham ushbu bitiruv ishi ko'lamida o'z takliflarimizni berishni lozim ko'rdik.

6-jadvalda pedagog xodimlar faoliyatini baholashning yuqorida eslatilgan nizomga asosan hozirgi vaqtdagi baholash parametrlari berilgan.

6-jadval

Pedagog xodimlar faoliyatini baholash va natijalari haqidagi ma'lumotlarni taqdim etish bo'yicha Yo'riqnoma		
<i>T/r</i>	Ko'rsatkichlar	Ball
	O'quv-metodik faoliyati (40 ball)	40
1	O'qituvchilik faoliyati (20 ball):	20

1.1.	Nazariy bilimlarni, amaliy ko‘nikmalarni va o‘qitiladigai fan-ning zamonaviy tendensiyalarini egallaganlik darajasi (ochiq mashg‘ulotlar natijalari bo‘yicha).	8
1.2.	O‘qitish sifati darajasi (talabalardan so‘rab chiqish natijalari bo‘yicha).	5
1.3.	Talabalarining o‘qituvchining yo‘llanmasi (fani) bo‘yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	7
2	Metodik ishlar (20 ball):	20
2.1.	Yil mobaynida oliy ta‘lim muassasasi o‘qituvchisi tomonidan nashr etilgan darsliklar va o‘kuv qo‘llanmalar.	8
2.2.	O‘qitishda kompyuter va axborot texnologiyalaridan foydalanish darajasi, o‘kuv kursini va o‘quv-taqdimot materiallarini ishlab chiqish.	7
2.3.	Uquv jarayonida zamonaviy ta‘lim texnologiyalari va talabalar bilimlarini baholashning ilg‘or usullari qo‘llanilishi darajasi.	5
	Tarbiyaviy faoliyati (20 ball)	20
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo‘yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to‘garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	5
4	Talabalarining akademik guruhlarida kuratorlik.	6
5	Talabalarining o‘qishdan tashqari bo‘sh vaqtlarini mazmunli o‘tkazishni tashkil etishdagi ishtiroki.	5
6	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta‘limdan tashqari ishlar.	4
	Ilmiy faoliyati (30 ball)	30
7	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	5
8	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e‘lon qilish.	5
9	Xalkaro, ilmiy loyihalarga, xo‘jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	5
10	Patentlar va ixtirolar.	5
11	Katta ilmiy xodimlar-izlanuvchilarning dissertatsiya tadqiqotlariga ilmiy rahbarlik qilish.	5
12	Doktorlik dissertatsiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	5
	Oliy ta‘lim muassasasini rivojlantirishga qo‘shgan ulushi (10 ball)	10
13	Boshqa ta‘lim muassasalari: oliy ta‘lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o‘qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	3
14	Xorijiy oliy ta‘lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	4

15.	Yangi yo‘nalishni, yangi kafedrani, laboratoriyani ochish ishida, Axborot-resurs markazining elektron bazasini to‘ldirishda ishtirok etish.	3
Shaxsiy fazilatlari (10 ball)		10
16.	Ilmiy daraja va ilmiy unvon.	3
17.	Malaka oshirish kurslaridan o‘tish.	2
18.	Xorijiy tillarni egallaganlik, materiallarni ishlab chiqish va fanni o‘qitishda ulardan amalda foydalanish.	2
19.	Xorijiy ta’lim muassasalari va ilmiy muassaslarda staji- rovkadan o‘tish.	3
JAMI (eng ko‘p ball - 110)		110

Yuqoridagi jadvalda faoliyatning ajratib ko‘rsatilgan turlari, ularga beriladigan ballar o‘zgartirishni talab etishni anglatadi. Bu o‘zgartirishlarni kafedra a‘zolari – professor-dotsentlar va katta o‘qituvchi-assistenlar bo‘yicha alohida-alohida ko‘rib chiqamiz (7,8-jadvallar).

7-jadval

Professorlar, dotsentlar faoliyatini baholash - KPI

T/r	Ko‘rsatkichlar	Ball
O‘quv-metodik faoliyati (30 ball)		40
1	O‘qituvchilik faoliyati (10 ball):	10
1.1.	O‘qitish sifati darajasi (talabalardan so‘rab chiqish natijalari bo‘yicha).	5
1.2.	Talabalarining o‘qituvchining yo‘llanmasi (fani) bo‘yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	5
2	Metodik ishlar (20 ball):	20
2.1.	Yil mobaynida oliy ta’lim muassasasi o‘qituvchisi tomonidan nashr etilgan darsliklar va o‘kuv qo‘llanmalari.	20
Tarbiyaviy faoliyati (10 ball)		10
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo‘yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma’naviy-ma’rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to‘garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	5
6	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta’limdan tashqari ishlar.	5
Ilmiy faoliyati (50 ball)		50
7	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	6
8	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e’lon qilish.	12
9	Xalkaro, ilmiy loyihalarga, xo‘jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	12

10	Patentlar va ixtirolar.	10
11	Katta ilmiy xodimlar-izlanuvchilarning dissertasiya tadqiqotlariga ilmiy rahbarlik qilish.	5
12	Doktorlik dissertasiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	5
Oliy ta'lim muassasasini rivojlantirishga qo'shgan ulushi (10 ball)		10
13	Boshqa ta'lim muassasalari: oliy ta'lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o'qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	5
14	Xorijiy oliy ta'lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	5
JAMI (eng ko'p ball - 100)		100

8-jadval

Katta o'qituvchilar, assistentlar faoliyatini baholash - KPI		
<i>T/r</i>	Ko'rsatkichlar	Ball
O'quv-metodik faoliyati (30 ball)		30
1	O'qituvchilik faoliyati (20 ball):	15
1.1.	Nazariy bilimlarni, amaliy ko'nikmalarni va o'qitiladigai fanning zamonaviy tendensiyalarini egallaganlik darajasi (ochiq mashg'ulotlar natijalari bo'yicha).	5
1.2.	O'qitish sifati darajasi (talabalardan so'rab chiqish natijalari bo'yicha).	5
1.3.	Talabalarining o'qituvchining yo'llanmasi (fani) bo'yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	5
2	Metodik ishlar (20 ball):	15
2.1.	Yil mobaynida oliy ta'lim muassasasi o'qituvchisi tomonidan nashr etilgan o'quv-uslubiy ko'rsatmalar.	5
2.2.	O'qitishda kompyuter va axborot texnologiyalaridan foydalanish darajasi, o'quv kursini va o'quv-taqdimot materiallarini ishlab chiqish.	5
2.3.	Uquv jarayonida zamonaviy ta'lim texnologiyalari va talabalar bilimlarini baholashning ilg'or usullari qo'llanilishi darajasi.	5
Tarbiyaviy faoliyati (20 ball)		20
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo'yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma'naviy-ma'rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to'garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	10
6	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta'limdan tashqari ishlar.	10
Ilmiy faoliyati (30 ball)		30

7	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	6
8	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e'lon qilish.	6
9	Xalqaro, ilmiy loyihalarga, xo'jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	6
10	Patentlar va ixtirolar.	6
12	Doktorlik dissertasiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	6
Oliy ta'lim muassasasini rivojlantirishga qo'shgan ulushi (10 ball)		10
13	Boshqa ta'lim muassasalari: oliy ta'lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o'qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	5
14	Xorijiy oliy ta'lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	5
Malaka oshirish va stajirovkalar (10 ball)		10
17.	Malaka oshirish kurslaridan o'tish.	4
19.	Xorijiy ta'lim muassasalari va ilmiy muassaslarda stajirovkadan o'tish.	6
JAMI (eng ko'p ball - 100)		100

Biz taklif qilayotgan baholash parametrlari mazmuni quyidagicha: avvalambor, baholashda professor-o'qituvchilarni turi bo'yicha ajratilgan, ya'ni fan doktori, professor va yosh assistent faoliyatini bitta shkala bo'yicha baholash – metodik xatodir. Ikkinchidan, ayrim faoliyat turi, masalan, 18 punktdagi “Xorijiy tillarni egallaganlik, materiallarni ishlab chiqish va fanni o'qitishda ulardan amalda foydalanish” olib tashlandi. Bunga sabab ayrim faoliyat turlari bir necha marta baholanish hollari mavjud, masalan, 1.2 punktdagi “O'qitish sifati darajasi (talabalardan so'rab chiqish natijalari bo'yicha)” faoliyat turi yuqorida ko'rsatilgan 18 punktdagi faoliyatni qamrab oladi (6-jadval) va h.k.

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-MA'RUZA. O'ZBEKISTONDA YENGIL METALLAR ISHLAB

CHIQARISH IMKONIYATLARI.

REJA:

- 1. Qisqacha tarixiy ma'lumot**
- 2. Litiy va uning birikmalarining xossalari**
- 3. Litiy va uning birikmalarini qo'llash**
- 4. Ruda konsentratlaridan litiy birikmalarini olish texnologiyasi**
- 5. Sof litiy xloridni tayyorlash**
- 6. Litiy metall ishlab chiqarish texnologiyasi**
- 7. Litiyni qayta ishlash**

Tayanch so'z va atamalar: Litiy metalli, fizik-kimyoviy xususiyatlari, litiy asosli birimlar, litiy olish texnologiyalari.

1.1. Qisqacha tarixiy ma'lumot

Litiy 1817-yilda shved kimyogari Arfvedson tomonidan kashf etilgan. Mineral petalitda (litiy alyuminiy silikat). Mineraldan litiy sulfat shaklida olingan. Elementar shaklida litiy inglizlar Davy va Brande tomonidan litiy oksidini elektr toki bilan parchalash orqali olingan. 1855 yilda Bunsen va Mattesen litiy xloridni elektroliz qilish orqali litiy olishning sanoat usulini ishlab chiqdilar.

1.2. Litiy va uning birikmalarining xossalari

Litiy Mendeleyev davriy sistemasining I guruhi elementi, metallar ichida eng yengili.

Fizikaviy xususiyatlar. Litiy kumush-oq yumshoq metallidir. Uning mexanik xususiyatlari qo'rg'oshinga yaqin. Litiyning zichligi $0,531 \text{ g/sm}^3$ ni tashkil qiladi. Erish harorati $180,5^\circ\text{C}$, qaynash harorati 1370°C , lekin $> 700^\circ\text{C}$ haroratda uchadi.

Kimyoviy xossalari. Kimyoviy jihatdan litiy boshqa gidroksidi metallarga qaraganda kamroq faoldir. Bundan tashqari, litiy suv muhitida eng elektronegativ element hisoblanadi. Bu anomaliya litiy ionining yuqori gidratsiya energiyasi bilan izohlanadi.

Oddiy haroratda havoda litiy asta-sekin kislorod va azot bilan reaksiyaga kirishib, oksid va nitrid plyonkasi bilan qoplanadi. Namlik borligida reaksiya tezlashadi. Kislorodda 200°C ga qizdirilganda litiy ko'k olov bilan yonib, oksid hosil qiladi. Litiy suvni parchalaydi, vodorodni chiqaradi va gidroksidi eritma hosil qiladi. Vodorod bilan 500 - 600°C da litiy gidrid LiH hosil qiladi va 250°C dan yuqori azot bilan Li_3N nitridini hosil qiladi. Ftor, xlor va brom sovuqda litiy bilan, yod - qizdirilganda reaksiyaga kirishadi. Oltingugurt, uglerod va kremniy qizdirilganda litiy bilan reaksiyaga kirishib, mos ravishda Li_2S sulfid, Li_2C_2 karbid va Li_6Si_2 silisid hosil qiladi. Karbonat angidrid litiy bilan kuchli reaksiyaga kirishib, litiy karbonat hosil qiladi.

Ko'pgina metallar va qotishmalar suyuq litiyda korroziyaga uchraydi. Nikel va nikel-xrom qotishmalari suyuq litiyda 225°C gacha chidamli. Niobiy, tantal va molibden litiyning 1000°C gacha ta'siriga eng chidamli. Kvarts, shisha va chinni litiyda 200°C da tez eriydi.

Litiy birikmalarining xossalari. Litiy gidroksidi metallar orasida alohida o'rin egallaydi, bir qator xossalari bo'yicha ishqoriy yer elementlariga, ayniqsa magniyga o'xshaydi. Bu xususiyat litiy karbonat, fosfat va litiy ftoridning nisbatan past eruvchanligida, shuningdek, boshqa gidroksidi metallarga qaraganda guruhning boshqa vakillari bilan qo'sh tuzlar hosil qilish qobiliyatida namoyon bo'ladi.

Litiy oksidi va gidroksid. Li_2O oksidi litiyning kislorod bilan oksidlanishi, shuningdek, litiy gidroksid, karbonat yoki nitratning termal parchalanishi natijasida hosil bo'lgan rangsiz kristall moddadir. LiOH eritmasini hosil qilish uchun kuchli qizdirilgan suvda eriydi.

Litiy gidroksid kuchli ishqordir. Oddiy haroratda konsentrlangan eritmalarda qattiq holatda shisha va chinni eritib yuboradi, shuning uchun u plastik idishlarda saqlanadi.

Litiy karbonat Li_2CO_3 suvda nisbatan past eruvchanligi bilan tavsiflanadi: 25°C da 1,28% va 75°C da 0,83%.

Litiy sulfat Li_2SO_4 yaxshi eriydigan tuz: 20 ° C da 25,7% va 80°C da 23,1%. Natriy va kaliy sulfatlardan farqli o'laroq, litiy sulfat achchiqtosh kabi qo'sh tuzlar hosil qilmaydi.

Litij xlorid LiCl rangsiz moddadir. Tuz suvda yaxshi eriydi (20°C da 80,6%). NaCl va KCl dan farqli ravishda litij xlorid organik erituvchilarda (spirtlar, ketonlar, xloroform va boshqalar) eriydi va organolitij birikmalarini hosil qiladi.

Litij ftorid oq kristall moddadir. Tuz suvda ozgina eriydi (25°C da 0,133%). Ftorid xlorid kislotada ozgina eriydi, lekin nitrat va sulfat kislotalarda oson eriydi.

Litij gidridlari LiH oq rangli qattiq moddadir. Eritilgan litijning vodorod bilan 680 - 700°C da o'zaro ta'siridan olinadi. Vodorod yo'q bo'lganda, u 800 - 850°C da termal parchalanadi. Suv bilan kuchli parchalanadi, vodorodni chiqaradi:



Shu sababdan litij gidrid vodorod manbai sifatida ishlatiladi. Texnologiyada gidridga qo'shimcha ravishda alyuminiy gidrid LiAlH₄ va borgidrid LiBH₄ ishlatiladi. Ular deyteriy va tritij ishlab chiqarish uchun manba bo'lib xizmat qiladi.

1.3. Litij va uning birikmalarini qo'llash

- 1) O'ta og'ir vodorod ishlab chiqarish (yuqoriga qarang);
- 2) Raketalar uchun yoqilg'i, moylash materiallari ($t = (-60) \div (+150)^\circ\text{C}$);
- 3) Raketalar va sun'iy yo'ldoshlar uchun qotishmalar ishlab chiqarish;
- 4) Qora va rangli metallurgiya (po'latlarni deoksidlash uchun, alyuminiy elektroliz qilishda);
- 5) Elektrotexnika (ishqoriy batareyalar);
- 6) Silikat sanoati (sir, emal, fayans, chinni, shisha ishlab chiqarish);
- 7) Kauchuk sanoati (katalizatorlar);
- 8) Gaz yutuvchi sifatida
- 9) Pirotexnikada.

1.4. Xomashyo manbalari

Litij yer qobig'ida keng tarqalgan tipik litofil element bo'lib, uning miqdori $6,5 \cdot 10^{-3}$ % ni tashkil qiladi. U asosan kislotali magmatik jinslarda (granitlar, liparitlar) va cho'kindi jinslarda (gil, slanetslar) to'plangan. Bundan tashqari, litij tuproqlarda, sho'r suvlarda, dengiz suvlarida, ko'mirlarda, o'simlik va hayvon organizmlarida mavjud.

Litiyni o'z ichiga olgan 150 ga yaqin minerallar ma'lum. Ko'pincha bu silikatlar va fosfatlar. Beshta mineral sanoat ahamiyatiga ega: spodumen, lepidolit, zinvaldit, petalit va ambligonit.

Spodumen $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ yoki $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$. Tarkibida 6 - 7,5% Li_2O . Qattqlik 6,5 - 7. Zichlik 3,2 g/sm³. Erish nuqtasi 1380°C.

Lepidolit $\text{KLi}_{1,5}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ litij slyuda guruhidan aluminosilikatdir. 2 - 6% Li_2O va MgO , FeO , CaO , Na_2O , MnO , shuningdek, Rb_2O (ba'zan 3,7% gacha) va Cs_2O (1,5% gacha) aralashmalari mavjud. Qattqlik 2,5 - 4. Zichlik 2,8 - 3,3 g/sm³.

Zinnvaldit $\text{KLiFe}^{\text{II}}\text{Al}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ litij slyudadir. Tarkibida 1 - 5% Li_2O . Qattqlik 2 - 3. Zichlik 2,9 - 3,2 g/sm³.

Petalit $(\text{Li},\text{Na})\text{AlSi}_4\text{O}_{10}$ litij aluminosilikatdir. Tarkibida 2 - 4% Li_2O . Qattqlik 6 - 6,5. Zichlik 2,3 - 2,5 g/sm³.

Ambligonit $\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{F},\text{OH})$ tarkibida fluor bo'lgan litij va alyuminiy fosfatdir. Eng boy litij minerali (7 - 9,5% Li_2O), ammo ruda zahiralari cheklanganligi sababli uning sanoat ahamiyati past. Qattqlik 6. Zichlik 3 - 3,15 g/sm³. Tarkibida spodumen, lepidolit va petalit bo'lgan rudalar eng katta sanoat ahamiyatiga ega. Granit pegmatitlari konlari asosan ekspluatatsiya qilinadi.

Tuzli sho'rlarning cho'kindi konlari ham litij manbalari bo'lib xizmat qiladi.

Litiyning sanoat konlari Rossiya, Kanada, AQSh, Janubi-G'arbiy Afrika, Rodeziya, Mozambik, Braziliya, Argentina, Shvetsiya, Ispaniya, Germaniya va Chexiya Respublikasida ma'lum.

Ishlatilgan litij rudalarida Li_2O miqdori 0,5 dan 3% gacha. Rudalarni boyitishda termik boyitish qo'llaniladi (spodumen rudalari uchun - bu holda $t = 100 - 1100^\circ\text{C}$ da a-spodumen b-spodumenga aylanadi, uning hajmi 25% ga oshadi, u parchalanadi va boshqa minerallardan ajralib chiqadi. tasniflash yoki saralash), magnit usullar (lepidolit rudalari uchun), flotatsiya, og'ir suspenziyalarda boyitish. Olingan konsentratlar 2 - 6% Li_2O ni o'z ichiga oladi.

1.5. Ruda konsentratlaridan litiy birikmalarini olish texnologiyasi

Litiy konsentratlarini qayta ishlash mahsulotlari litiy tuzlari (karbonat, sulfat, xlorid) va gidroksiddir. Eng keng tarqalgan yakuniy mahsulot litiy karbonat bo'lib, u boshqa birikmalar, xususan, litiy metall ishlab chiqariladigan litiy xlorid ishlab chiqarish uchun boshlang'ich material bo'lib xizmat qiladi.

Sanoat amaliyotida litiy konsentratlarini parchalashning uchta usuli asosan qo'llaniladi: sulfat kislota, sulfat (K_2SO_4 bilan sinterlash) va ohak. Bundan tashqari, ba'zan ohak-xlorid usuli qo'llaniladi.

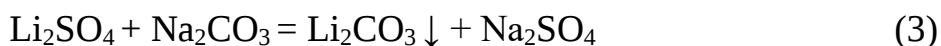
1.5.1. Sulfat kislota usuli

Sulfat kislota parchalanishi barcha turdagi litiy konsentratlari uchun ishlatiladi: spodumen, lepidolit va amblygonit. Konsentratning konsentrlangan sulfat kislota bilan 200 - 250°C da parchalanishi va keyinchalik mahsulotni suv bilan yuvish natijasida litiy sulfat o'z ichiga olgan eritmalar olinadi, undan litiy karbonat cho'kadi.

Spodumenni qayta ishlash. Spodumenning sulfat kislota bilan samarali parchalanishi uchun dastlabki issiqlik bilan ishlov berish kerak. Kuyish barabanli yoki quvurli aylanma pechda 1100 ° C da amalga oshiriladi (a-spodumen b-spodumenga aylanadi). Olingan mahsulot konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashtiriladi va aylanma barabanli pechga yuboriladi, u erda sulfatlanish 250 ° C da 15 daqiqa davomida amalga oshiriladi:



Sulfatlash mahsulotini suvli yuvish jarayonida litiy tanlab suvli eritmaga chiqariladi, eritma nisbatan kam miqdordagi aralashmalarni o'z ichiga oladi. Ortiqcha sulfat kislota (pH = 6 - 6,5 gacha) neytrallash uchun eritmaga bo'r qo'shiladi. Filtrlangan eritma ohak bilan neytrallash orqali magniydan tozalanadi (pH = 12 - 14), so'ngra $CaCO_3$ ni soda bilan cho'ktirish orqali kaltsiydan tozalanadi. Litiy karbonat Li_2CO_3 to'yingan soda eritmasi bilan tozalangan eritmada cho'ktiriladi.



Cho'kma tarkibida 96–97% Li_2CO_3 mavjud. Litiyning tayyor mahsulotga olinishi 85 - 90% ni tashkil qiladi.

Lepidolitni qayta ishlash. Lepidolitni 320 - 330°C da to'g'ridan-to'g'ri sulfat kislota bilan sulfatlash mumkin. Jarayonni tezlashtirish uchun lepidolitni 1090°C da oldindan eritib, uni shishasimon massaga aylantirib, maydalangandan keyin sulfatlanadi.

Lepidolitni qayta ishlash natijasida olingan sulfat kislota eritmalari tarkibida Li_2SO_4 , K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mavjud. SiO_2 qattiq mahsulotda qoladi. Eritmalardagi alyuminiyning katta qismi kaliy alumi $\text{K}[\text{Al}(\text{SO}_4)_2] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ holida ajratib olinadi, eritmalarni -5-0°C ga sovutib, kaliy sulfat qo'shiladi. Bundan tashqari, alyuminiy $\text{Al}(\text{OH})_3$ tarkibidagi neytrallangan eritmadan ajratiladi. Eritmaning keyingi bug'lanishi paytida K_2SO_4 va Na_2SO_4 ning bir qismi kristallanadi. Filtrlangan eritmadan litiy karbonat spodumenni qayta ishlash sxemasida bo'lgani kabi cho'ktiriladi.

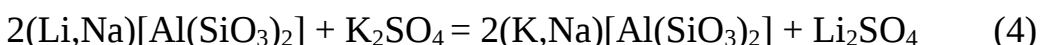
Usulning afzalliklari: iqtisodiy samaradorlik, yuqori tiklanish, uskunaning soddaligi.

Usulning kamchiliklari: qiyin sulfatlanish jarayoni, sulfat kislotaning yuqori iste'moli.

1.5.2. Sulfat usuli

Usul litiy konsentratlarini kaliy sulfat bilan sinterlash, so'ngra sinterni suv bilan yuvishga asoslangan (1-rasm).

Spodumenni qayta ishlash. Jarayon quyidagi reaksiya bilan tavsiflanadi:



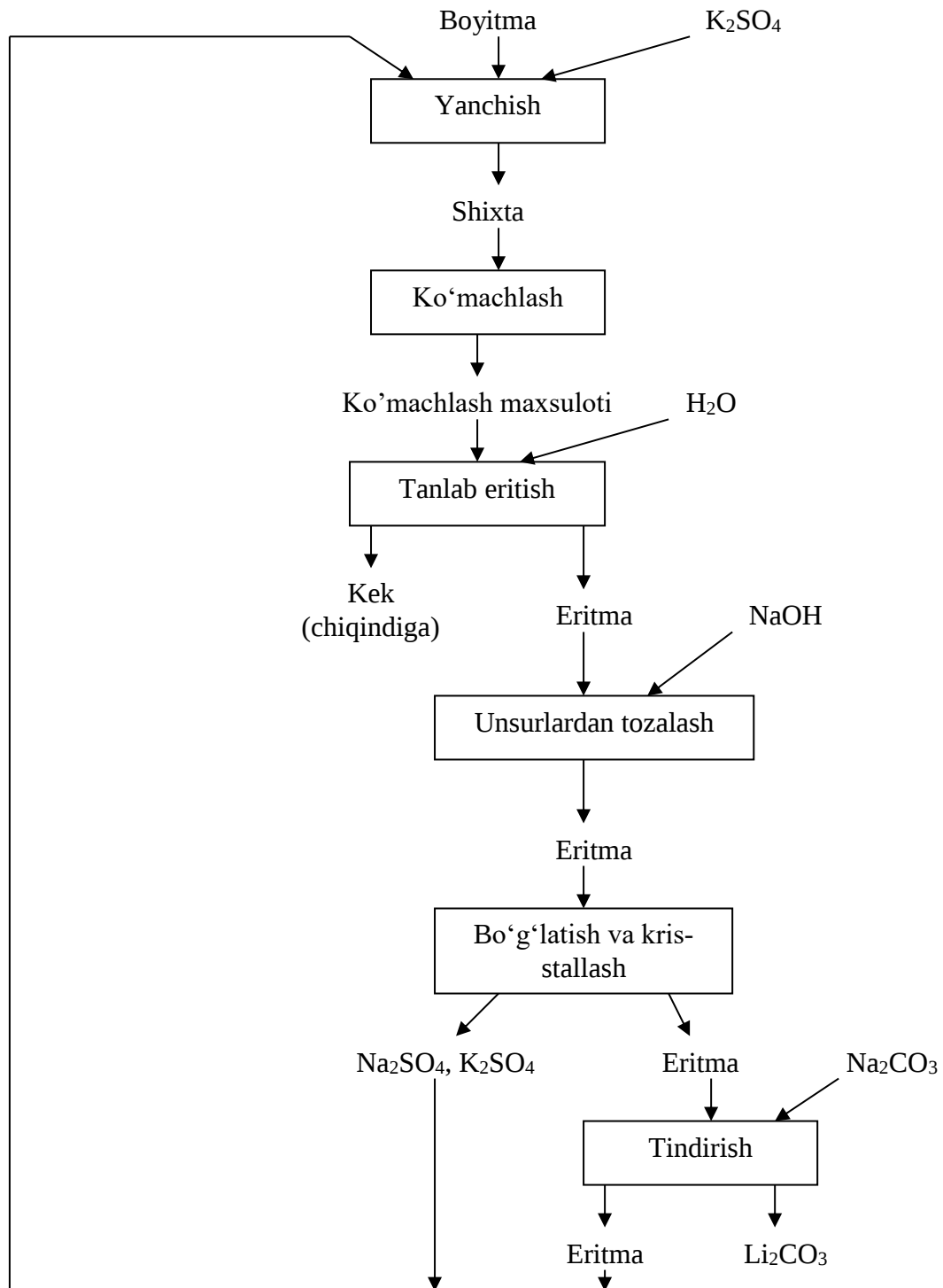
Reaksiya teskari bo'lganligi sababli, yuqori darajadagi konversiyani ta'minlash uchun K_2SO_4 ning katta ortiqcha miqdori (150% gacha) talab qilinadi.

K_2SO_4 bilan aralashtiriladi va ho'l maydalagichlarda bir vaqtning o'zida maydalanadi. Keyin olingan aralash sinterlash uchun yuboriladi. Sinterlash barabanli pechlarda 1100 - 1150°C haroratda 1 - 2 soat davomida amalga oshiriladi. Kekni yuvish barabanli tegirmonlarda sovuqda amalga oshiriladi (haroratning oshishi bilan Li_2SO_4 ning eruvchanligi pasayadi va silliqlash yuvish bilan bir vaqtda sodir bo'ladi).

Erimaydigan qoldiq tarkibida 0,02 - 0,1% Li_2O . Sulfat suyuqliklari tarkibida 110 - 150 g/l Li_2SO_4 , 150 - 200 g/l K_2SO_4 , sezilarli miqdorda Na_2SO_4 , magniy sulfat aralashmalari, alyuminiy va temir mavjud. Bu aralashmalar natriy gidroksid yoki kaliy karbonat bilan gidroksidlar shaklida cho'kadi. Litiy karbonatning chiqishi bilan eritmalarni keyingi qayta ishlash K_2SO_4 bilan spodumen aralashmasini tayyorlash uchun ishlatiladigan qo'sh tuz $3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ ning kristallanishi bilan bug'lanish orqali amalga oshiriladi. Keyin litiy karbonat Li_2CO_3 to'yingan soda eritmasi bilan cho'ktiriladi. Cho'kma suv bilan yuviladi va 130 - 150°C da quritiladi.

Sulfat usuli **lepidolit va zinnvalditni qayta ishlash uchun ham qo'llaniladi**, yagona farq zaryaddagi kaliy sulfatning dozasi (1: 0,6) va quyi sinterlash harorati (850 - 950°C).

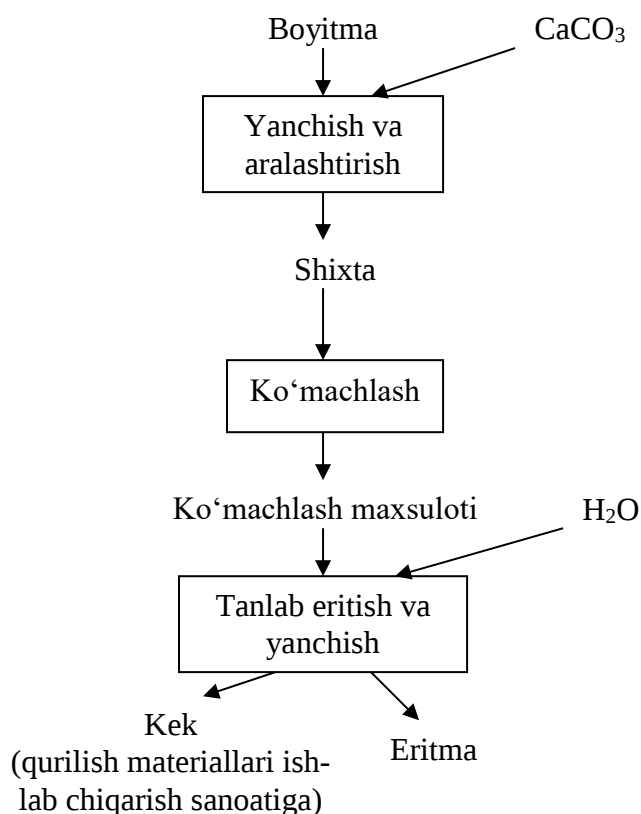
Litiy xom ashyoni qayta ishlash uchun sulfat usulining afzalliklari uning ko'p qirraliligi va konsentratning yuqori darajada ochilishini o'z ichiga oladi, qayta ishlash uchun spodumen konsentratini oldindan tayyorlash talab qilinmaydi. Kamchilik - qimmat kaliy sulfatning yuqori iste'moli.



1-rasm - Litiy konsentratlarini sulfat usulida qayta ishlashning texnologik sxemasi
1.5.3. Ohak usuli

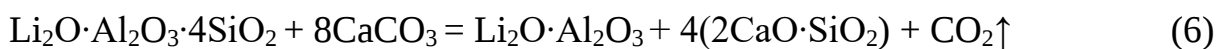
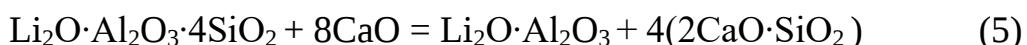
Ohak usuli litiy konsentratlarini (spodumen yoki lepidolit) ohak yoki bo'r bilan sintirlashni o'z ichiga oladi. Kekni keyinchalik suv bilan yuvishda $LiOH \cdot H_2O$ monohidratli eritmaning bug'lanishi natijasida kristallanadigan litiy gidroksidli eritma olinadi

va quritiladi va tayyor mahsulot olinadi. Eng ko'p qo'llaniladigan usul spodumen konsentratlarini qayta ishlashdir (2-rasm).



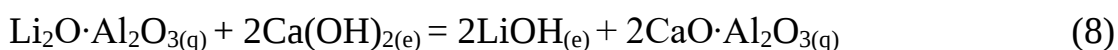
2-rasm. Litiy konsentratlarini ohak usuli bilan qayta ishlash sxemasi

Spodumen. Barabanli pechlarda 1150 - 1200°C haroratda sinterlashda litiy aluminat va kaltsiy silikat hosil bo'ladi:



Ortiqcha CaO 10 - 20%.

Kekni ortiqcha ohak borligida 2-3 bosqichda suv bilan yuvishda litiy aluminat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan reaksiyaga kirishib, litiy gidroksid hosil qiladi:



Ko'machlash maxsulotini tanlab eritish 90°C da, 2 – 3 soat davomida (har bir bosqichda) amalga oshiriladi. Kek tarkibidagi kaliy va natriy aluminatlar ham

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan reaksiyaga kirishib, KOH va NaOH hosil qiladi. Yuvish qoldig'ida kaltsiy silikatlar, aluminosilikatlar, turli qo'sh tuzlar va 0,0X% gacha Li_2O bo'ladi.

Litij gidroksid $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ eritmalaridan vakuum ostida bug'lanish orqali kristallanadi. Bug'lanish bir necha bosqichda (8 - 10 marta) $1,2\text{g}/\text{sm}^3$ zichlikda amalga oshiriladi. LiOH konsentratsiyasi 160 g/l bo'lgan eritmalaridan sovutilgandan so'ng $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ kristallari ajralib chiqadi, ular sentrifugalash orqali eritmadan ajratiladi. Suyuqlik bug'lanish uchun qaytariladi. Nopokliklar to'planganda, ona suyuqliklari davriy ravishda sikldan chiqariladi va regeneratsiyaga yuboriladi.

$\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ kristallari eritish uchun tozalangan suvdan foydalangan holda qayta kristallanish orqali tozalanadi. Suvsiz litij gidroksidni olish uchun monohidrat 600 - 650°C da suvsizlanadi.

Ohakli usul lepidolit konsentratlarini qayta ishlashda ham qo'llaniladi. Spodumendan farqli o'laroq, lepidolit ohak (yoki bo'r) bilan pastroq haroratda (900 - 950°C) sinterlanadi.

Ohak usulining afzalliklari uning har qanday turdagi litij konsentratlariga qo'llanilishi, litij gidroksidni to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish imkoniyati, reagentlarning arzonligi, sementli qurilish ishlab chiqarish uchun chiqindilarni (silikatlar va kaltsiy aluminatlari bo'lgan shlaklar) ishlatish imkoniyatini o'z ichiga oladi.

Kamchiliklari:

- 1) boy litij konsentratlariga (> 5% Li) nisbatan qo'llaniladi, ammo bu holatda ham tayyor mahsulotga ekstraktsiya 70% dan oshmaydi, yuvishdan keyin bu litij gidroksidning cheklangan eruvchanligi va shlamning qotish qobiliyati bilan bog'liqligi;
- 2) aralashmalarning minimal miqdori bo'lgan toza ohaktoshdan foydalanish zarurati;
- 2) katta energiya sarfini talab qiladigan katta hajmdagi eritmalarini bo'g'lash zarurati;
- 3) katta hajmdagi texnologik jihozlar.

1.6. Sof litiy xloridni tayyorlash

Litiy ishlab chiqarish uchun boshlang'ich material bo'lib xizmat qiladigan suvsiz litiy xlorid odatda litiy karbonatdan olinadi. Unsur elementlar tarkibi,%: natriy 0,12; kaltsiy 0,03; alyuminiy 0,05; temir 0,005; sulfat ioni 0,1; kremniy oksidi 0,05; fosfat ioni 0,005.

Litiy xloridni olish uchun odatda litiy karbonatni aralashmalardan oldindan tozalash talab qilinadi. Tozalash yuqori eruvchan litiy bikarbonat (Trust usuli) orqali qayta kristallanish orqali amalga oshiriladi. Shu maqsadda Li_2CO_3 ning suvli suspenziyasidan CO_2 o'tadi, bu esa litiyning bikarbonat LiHCO_3 shaklida eritma ichiga o'tishiga olib keladi.

Eritma qaynatilganda, bikarbonat yo'q qilinadi va eritmada tozalangan Li_2CO_3 cho'kadi.

Litiy xloridni olish uchun nam karbonat 30% li xlorid kislotada eritiladi. Eritma aralashmalardan tozalanadi, bug'lanadi (xloridning bug'lanishi va keyinchalik suvsizlanishi LiCl va uning eritmalarining yuqori korroziv qobiliyatiga bog'liq. Bug'lanish uchun keramika yoki maxsus qotishmalardan tayyorlangan asbob-uskunalar, suvsizlantirish uchun esa keramika uskunalari ishlatiladi. Xlorid, xlorid LiCl ni olish uchun $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristallanadi, xlorid $120 - 150^\circ\text{C}$ da suvsizlanadi (quritiladi).

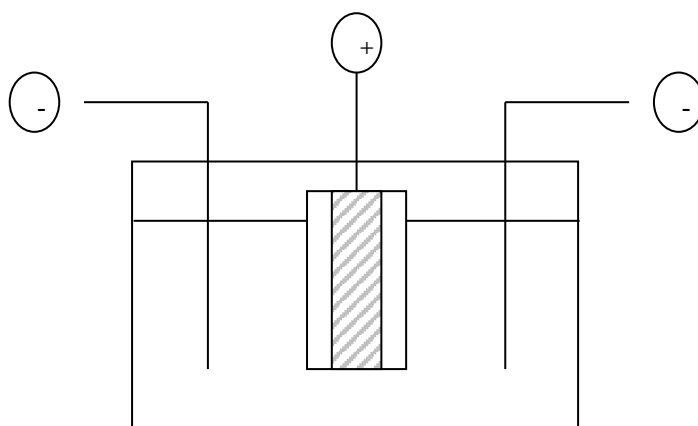
1.7. Litiy metall ishlab chiqarish texnologiyasi

Kislorod va galogenlarga yuqori darajada yaqinligi tufayli litiy eritilgan muhitni elektroliz qilish yoki litiy distillash bilan metallotermik qaytarilish yo'li bilan olinadi.

1.7.1. Elektrolitik usulda litiy olish

Elektroliz $\text{LiCl} : \text{KCl} = 1 : 1$ (og'irlik bo'yicha) nisbatida elektrolitda amalga oshiriladi, bu $\text{LiCl} - \text{KCl}$ tizimidagi evtektika tarkibiga yaqin, 361°C da erishi. Bu elektrolizga imkon beradi. $400 - 460^\circ\text{C}$ da amalga oshiriladi.

3-rasmda anod bo'shlig'idan diafragmalar bilan ajratilgan ikkita katodli bo'shliqqa ega elektrolizatorning sxematik diagrammasi ko'rsatilgan. Vannaning po'lat korpusi litiy xloridga eng chidamli material bo'lgan grafit bilan qoplangan.



3-rasm. Litiy ishlab chiqarish uchun elektrolizatorning diagrammasi

Katodlar kam uglerodli po'lat plitalar, anodlar esa grafit novdalardir. Evtektik tarkibli elektrolitda 400°C da LiCl va KCl ning parchalanish potentsiallari mos ravishda 3,78 va 3,89 V ga teng, bu esa katodda kaliyning qisman chiqishiga olib keladi.

$400\text{--}430^{\circ}\text{C}$ da, katod va anodda mos ravishda 2,0 - 5,0 va 0,8 - 1,5 A/sm^2 oqim zichligi bilan amalga oshiriladi. Hozirgi samaradorlik 90-95% ga etadi.

Kaliyning litiyda eruvchanligi yomon (0,5 - 1,5%), shuning uchun u yangi faza hosil qiladi, elektrolizatorida K_2O ga oksidlanadi va elektrolitda eriydi. Katodda ajralib chiqadigan suyuq litiy elektrolit yuzasiga suzadi va u to'planganda temir to'r qoshiq bilan chiqariladi. Metall suyuq litiyni yaxshi namlaydigan nozik tuz plyonkasi bilan oksidlanishdan himoyalangan. Elektrolitik litiydagi aralashmalarning taxminiy miqdori, %: Na 0,3 - 2,5; K 0,02 - 1,5; Cu, Fe, Ca 0,001 dan 0,4 gacha; Si 0,004 - 0,8; Al 0,002 - 0,12; Mg 0,003; Cl 0,01. Olingan litiy kerosinda eritiladi va kerosinli idishlarda saqlanadi. Elektroliz jarayonida LiCl vaqti-vaqti bilan anod bo'shlig'iga kiritilib, vannadagi tarkibini 55 - 57% (og'irlik bo'yicha) da saqlaydi. Anod bo'shlig'idan xlor ohak suti bilan sug'orilgan absorberga yuboriladi.

Elektroliz yo'li bilan litiydan tashqari boshqa metallar (kaltsiy, magniy, og'ir metallar) bilan litiy qotishmalarini olish mumkin. Buning uchun elektrolitga mos keladigan metallning xloridi kiritiladi yoki litiy bilan qotishma tarkibiy qismi bo'lgan metallardan tayyorlangan eruvchan anod bilan elektroliz amalga oshiriladi.

1.7.2. Vakuum-termik usulda litiy ishlab chiqarish

Litij ishlab chiqarishning elektrolitik usuli ma'lum kamchiliklarga ega: boshlang'ich litij xlorid nisbatan qimmat. Litij, kaliy va natriyning ajralib chiqish potentsiallarining o'xshashligi tufayli elektrolitik litij sezilarli miqdorda kaliy va natriy aralashmalarini o'z ichiga oladi, bu esa qo'shimcha tozalashni talab qiladi. Katodda chiqarilgan xlorni singdirish yoki ishlatish kerak. Shu munosabat bilan, litij oksidi, monoaluminat ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), shuningdek, to'g'ridan-to'g'ri spodumendan qaytarish yo'li bilan litij olishning vakuum-termik usullarining variantlari ishlab chiqilgan.

Litij oksidini kamaytirish. Birinchidan, litij oksidi litij karbonatning termal parchalanishi orqali olinadi. 810, 890 va 1270°C da litij karbonat ustidagi CO_2 bosimi mos ravishda 2 ga teng; 4,4 va 101 kPa. Litij karbonatning erishi (Li_2CO_3 735°C erish nuqtasi) ning CO_2 ni olib tashlashni qiyinlashtiradigan parchalanishining oldini olish uchun litij oksidi Li_2CO_3 va CaO ning briketlangan aralashmasini (bir haroratda) kaltsiylash orqali olinadi. Vakuumda 850°C da (reaksiyani CO_2 ni chiqarishga o'tkazish uchun) massa bo'yicha 1:1,5 nisbatda. Natijada Li_2O va CaO aralashmasi hosil bo'ladi. Ikkinchisi zaryadning foydali komponentidir.

Kukunli kremniy mavjud litij oksidini kamaytiruvchi vosita sifatida ishlatiladi:

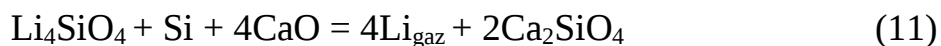


Standart sharoitda reaksiya Gibbs energiyasining ijobiy o'zgarishi bilan tavsiflanadi va endotermikdir: $\Delta G^0_{298\text{ K}} = 298\text{ kJ}$, $\Delta H^0_{298\text{ K}} = 320\text{ kJ}$.

Binobarin, reaksiya yuqori haroratlarda vakuumda reaksiya sferasidan gazsimon litij distillash bilan davom etishi mumkin. Biroq, bu sharoitda litij oksidning bir qismi ortosilikat bilan bog'lanadi:



Dastlabki zaryadda mavjud bo'lgan kaltsiy oksidi SiO_2 ni kaltsiy ortosilikatiga bog'lash orqali bu reaksiyani oldini oladi ($\Delta G^0_{1000\text{ K}} = -351\text{ kJ}$):



Litij va kaltsiy oksidlarining kalsinlangan aralashmasi maydalanadi, kremniy kukuni bilan aralashtiriladi (hisoblangan miqdordan 10% ortiqcha) va bu aralashmadan briketlar vakuumli pechda 1000 - 1300°C va pechda 0,113 Pa bosim ostida isitiladi. Litij gaz fazasiga kiradi, kondensatsiyalanadi va kondansatkichda

to'planadi. 1000°C da litiy chiqishi 75%, 1300°C da 95% gacha. Asosiy aralashmalar: 0,04% kaltsiy va 0,01% kremniy.

Litiy aluminatning kamayishi. 95 - 98% rentabellikga ega yuqori toza litiyni vakuumda 1150 - 1200°C da litiy monoalyuminatni alyuminiy bilan kamaytirish orqali olish mumkin. Litiy aluminat Li_2CO_3 aralashmasini Al_2O_3 bilan kaltsiylash orqali olinadi. 1300°C, $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ hosil qiladi. Olingan mahsulot maydalanadi, chang alyuminiy qo'shiladi, briketlar tayyorlanadi va reduksiya amalga oshiriladi. Qayta tiklash reaksiyaga ko'ra davom etadi:



1100°C da bu reaksiya uchun muvozanatli litiy bosimi 33,3 Pa ni tashkil qiladi. Shuning uchun, kamaytirish 1200°C da amalga oshirilishi mumkin va qoldiq bosimi taxminan 13,3 Pa. Yuqori litiy ekstraksiyasiga erishish uchun ortiqcha alyuminiy ishlatiladi. Litiy aluminatning kamayishi zaryadga kaltsiy oksidini kiritishni talab qilmaydi, bu esa yuqori tozalikdagi metall ishlab chiqarishni ta'minlaydi.

Qaytarilish natijasida hosil bo'lgan alyuminiy oksidi litiy aluminat ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

1.8. Litiyni qayta ishlash

Rafenirlashning quyidagi turlari qo'llaniladi:

1) **Past haroratli filtrlash.** Litiyni mexanik aralashmalardan tozalash uchun eritish va vazelin yoki kerosin moyi qatlami ostida cho'ktirish, shuningdek, suyuq litiyni temir, titan yoki molibdendan yasalgan to'r yoki simli filtrlar orqali filtrlash qo'llaniladi.

2) **Litiyning faol metallar bilan o'zaro ta'siri.** Molibden, titan, sirkoniy va uran erigan litiydan kislorod va azotni yutuvchi sifatida xizmat qilishi mumkin. Bu metallar litiyda amalda erimaydi. Yuqoridagi metallarning plitalari (yoki shimgich) 800°C da eritilgan litiyga joylashtiriladi va 24 soat davomida saqlanadi.

3) **Unsur elementlarni muzlatish. Litiy maxsus idishda eritiladi, bunda 24 soat davomida 400°C (yuqori) dan 150°S (pastki) gacha bo'lgan harorat farqi uchun sharoitlar yaratiladi.** Unsur elementlarning bir qismi kristallanadi va litiydan ajralib chiqadi.

4) **Vakuumli distillash** . Boshqa gidroksidi metallardan tozalash uchun ishlatiladi. Usul gidridlarning termal barqarorligidagi farqiga asoslangan. Litiy gidridning erish nuqtasi 688°C. Litiy vodorodda 700 - 800°C da qizdirilganda kaliy va natriy bug'lanadi va LiH qoladi, keyin esa vakuumda qizdirilganda parchalanadi. Litiy tarkibidagi qoldiq unsur elementlar miqdori 0,00X% ni tashkil qiladi.

Spodumenni kamaytirish natijasida hosil bo'lgan kabi kuchli ifloslangan litiyni **elektrolitik tozalash orqali tozalash mumkin** .

Litiyga bo'lgan qiziqish elektr transport vositalarini (EV) quvvatlantiradigan litiy-ion batareyalardagi roli tufayli o'sishda davom etmoqda va buning natijasida e'tibor etakchi litiy ishlab chiqaruvchi mamlakatlarga qaratilmoqda.

Ishlab chiqarilgan litiyning taxminan 74% batareya ishlab chiqarishga ketadi, 14% keramika va shisha ishlab chiqarishda, 3% moylash materiallari ishlab chiqarishda ishlatiladi. USGS ma'lumotlariga ko'ra, so'nggi yillarda portativ elektron qurilmalarda, shuningdek, elektr asboblari, elektr transport vositalari va ma'lumotlarni saqlash tizimlarida qayta zaryadlanuvchi litiy energiya manbalaridan foydalanish tufayli batareyalar uchun litiy iste'moli sezilarli darajada oshdi.

Litiyga bo'lgan talab o'sishda davom etar ekan, haqiqiy litiy ishlab chiqarish 2020 yildan 2021 yilgacha keskin oshdi. Misol uchun, agar 2020 yilda 82 500 metrik tonna litiy ishlab chiqarilgan bo'lsa, 2021 yilda - allaqachon 100 ming tonna (AQShdagi ishlab chiqarishni hisobga olmaganda).

Qaysi mamlakatlarda litiy qazib olinadi?

1. Avstraliya. Uning konlari 2021 yilda 55 ming tonna ishlab chiqargan.

Biroq, mamlakatda litiy ishlab chiqarish 2022 yilda yana 24,5% ga o'sishi prognoz qilinmoqda, chunki konlar talabni qondirish uchun ishlab chiqarishni kengaytiradi. Shunisi e'tiborga loyiqki, Avstraliyaning litiy ishlab chiqarishining katta qismi spodumen shaklida Xitoyga eksport qilinadi.

2. Chili. Uning konlari 2021 yilda 26 000 metrik tonna litiy ishlab chiqargan. Litiy qattiq toshdan qazib olinadigan Avstraliyadan farqli o'laroq, Chili litiy litiy sho'r konlarida topilgan.

3. Xitoy. 2021 yilda uning konlaridan ishlab chiqarish 14 000 metrik tonna litiyni tashkil etdi.

Xitoyning litiy ishlab chiqarishi nisbatan kichik bo'lsa-da, elektronika va elektr transport vositalarida qo'llanilishi tufayli u litiyning eng katta iste'molchisi hisoblanadi. Bundan tashqari, mamlakat dunyodagi litiy-ion batareyalarning to'rt dan uch qismidan ko'prog'ini ishlab chiqaradi va dunyodagi litiyni qayta ishlash korxonalarining aksariyat qismini nazorat qiladi. Xitoy hozirda litiyning katta qismini Avstraliyadan oladi, biroq u o'z imkoniyatlarini kengaytirmoqchi.

4. Argentina. Uning konlaridan ishlab chiqarish 6200 tonna litiyni ta'minladi.

Ayni paytda mamlakat ikkita sho'r suv zavodidan litiy ishlab chiqaradi, yana 13 ta loyiha amalga oshiriladi.

5. Braziliya. 2021 yilda konlarda litiy ishlab chiqarish 1500 tonnani tashkil etdi.

INN axborot agentligi ma'lumotlariga ko'ra, Braziliya hukumati litiy ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish uchun 2030 yilgacha 2,1 milliard dollardan ortiq sarmoya kiritishni rejalashtirmoqda. Sigma Lithium va Norvegiyaning AMG Critical Materials kabi kompaniyalar ishlab chiqarish hajmini oshirishi kutilmoqda.

6. Zimbabve. 2021 yilda kon ishlab chiqarish 1200 metrik tonna litiyni tashkil etdi.

U erda qazib olish yaqinda ushbu aktivni sotib olgan Xitoyning Sinomine Resource Group kompaniyasi tomonidan amalga oshiriladi. Bu 11 million tonnadan ortiq dunyodagi eng yirik litiy konidir. Kompaniya konning ishlab chiqarish quvvatini yiliga yana 2 million tonnaga kengaytirish uchun 200 million dollar sarmoya kiritishni rejalashtirmoqda; Sarmoya, shuningdek, litiy spodumen qazib olish imkonini beradi.

7. Portugaliya. Konlarda ishlab chiqarish bir necha yillardan beri yiliga 900 tonnani tashkil etdi.

Litiyning asosiy hajmi Gonsalo applit-pegmatit konida qazib olinadi, balans zaxirasi 60 ming tonnani tashkil qiladi.

8. Amerika Qo'shma Shtatlari - ishlab chiqarish hajmlari noma'lum.

Litium ishlab chiqaruvchi etakchi mamlakatlar ro'yxatida oxirgi o'rinda kompaniyaning nozik ma'lumotlarini oshkor qilmaslik uchun ishlab chiqarish ma'lumotlarini yashirgan Qo'shma Shtatlar joylashgan. O'tgan yili uning yagona ishlab chiqarilishi Nevadadagi sho'r konidan olingan, INN ma'lumotlariga ko'ra, Albemarle Silver Peak koni joylashgan Kleyton vodiysidagi.

Biroq, Qo'shma Shtatlarda bir nechta yirik litium loyihalari, jumladan, Lithium Americas Thacker Pass loyihasi, Piedmont Lithium loyihasi va Arkanzasdagi Standard Lithium litium sho'r suvi loyihasi amalga oshirilmoqda.

Tahlilchilarning fikricha, litiumga bo'lgan talab o'sishda davom etadi, chunki u elektr transport vositalarini quvvatlantirish uchun ishlatiladigan litium-ionli batareyalar uchun asosiy xom ashyo hisoblanadi. Biroq, o'sib borayotgan talabni qondirish uchun litium ta'minoti noaniqligicha qolmoqda.

Rossiya Federatsiyasida hali sanoat litium qazib olish yo'q. Litiumni qayta ishlash Krasnoyarskdagi Kimyo-metallurgiya zavodi, Novosibirsk kimyoviy konsentratlar zavodi (Rosatom guruhining bir qismi) va TD Halmek MChJ (Tula viloyati) tomonidan amalga oshiriladi.

Malumot

AQSH Geologik xizmati ma'lumotlariga ko'ra dunyodagi litium zahiralarini: Chili — 9,2 million tonna, Avstraliya — 3,8 million tonna, Argentina — 2,2 million tonna, Xitoy — 1,5 million tonna, AQSH — 750 ming tonna, Zimbabve — 220 ming tonna, Braziliya — 95 ming tonna, Portugaliya - 60 ming tonna.

Nazorat savollari

1. Litium va uning birikmalarining asosiy xossalari nimalar kiradi?
2. Litium va uning birikmalarini qo'llash sohalariga nimalar kiradi?
3. Ruda konsentratlaridan litium birikmalarini olish texnologiyalari qanday?
4. Sof litium xloridni tayyorlash usullari qanday?
5. Litium metall ishlab chiqarish texnologiyasi nechta bosqichda boradi?
6. Litiumni qayta ishlash usullari qanday?

2-MA'RUZA. MIS, RUX VA QO'RG'OSHIN METALLURGIYASIDA ISHLAB CHIQARISHNING MUAMMOLARI VA YANGI TEXNOLOGIYALARI.

REJA:

- 1. Mis metallurgiyasidagi mavjud muammolar**
- 2. Mis boyitmalarini eritish texnologiyalari**
- 3. Mis metallurgiyasida qo'llanilayotgan yangi texnologiyalar**

Tayanch so'z va atamalar: Mis metalli, sulfidli mis boyitmasi, mis eritish pechlari, Mitsubishi texnologiyasi.

1. Mis metallurgiyasidagi mavjud muammolar

Hozirgi kunda texnika taraqqiyoti yuksak darajada shunchalik tez va eng zamonaviy elektron texnikalar bilan jihozlangan holda rivojlanmoqdaki, bu esa o'z navbatida, mis olish texnologiyasiga ham o'zining kuchli ta'sirini o'tkazmoqda. Mis olish, uning xomashyolarini qayta ishlash qadimdan yo'lga qo'yilganligi, miloddan oldingi asrlarda ham bizning hududimizda mis rudalari qazib olinganligi oldingi bo'limlarda ta'kidlab o'tilgan edi.

Arxeologik qazilmalar va ayrim tarixiy manbalar shuni ko'rsatadiki, qadimiy Iloq viloyatining poytaxti Tunkentda, To'qkentda (Pskent tumani, hozirgi Qirqqiz jamoa xo'jaligida), Qurama tog' tizmalarida misli hamda qo'rg'oshinli, oltin va kumushga boy rudalar qo'l mehnati orqali qazib olinib, ba'zan alohida boyitilib, ba'zan esa boyitilmasdan pechlarda eritilgan. Taxminlarga qaraganda, VI asrgacha mis va oltin boyitilmasdan to'g'ridan-to'g'ri eritilgan. Mis, oltin izlovchilar tomonidan konlarda yerosti va yerusti usuli bilan ularni rangiga qarab (mis qizg'ish, oltin sarg'ish rangda bo'lgan) o'tkir bolg'acha va teshalar bilan ajratib olingan. Ayrim joylarda toshlarni yuqori alangada qizdirib, so'ng suv sepib, minerallarni darz ketkazish yo'li bilan parchalab, eritish pechlariga olib keltirilgan. Bu eritish pechlari uchun avvaliga yerni 1–2 metr o'yib, yon tomonlariga, chekkalariga, mo'rilariga

o'tga chidamli toshlarni terib, havo berish orqali eritish jarayonini amalga oshirganlar.

VIII – X asrlarga borib nafaqat erkin holdagi mis, balki oksidlangan holdagi mislar ham ishlatiladigan bo'ldi. Sabab, oksidlangan mis xrizokola, malaxit, kuprit, azurit holatida bo'lib, ular konning ustki qatlamida joylashadi va boshqa tog' jinslariga nisbatan o'zining rangi orqali ajralib turadi.

Pechlar esa biroz hajmi kengaytirilib, yer ustida poydevor qurilib, so'ng o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan. Ularni hozirgi minorali pechlarga, biroz bo'lsa-da, o'xshatish mumkin.

X–XII asrlarga kelib Shosh, Iloq davlati mis, oltin, kumushni nafaqat metall, balki qotishma holida, tanga, zeb-u ziynat holida tayyorlash bo'yicha butun O'rta Osiyoda yuqori o'rinlardan birini egallaydi. Tozaligi va sifatli ligi jihatidan bu davlat butun Mo'g'uliston, Arab mamlakatlari hatto Yevropaga ham aynan shu metallar orqali tanildi.

Mo'g'ullar davri va undan keyingi davrlarda metalni eritib olish juda kam amalga oshirilgan. Yozma ma'lumotlarga suyanan holda shuni aniqlash mumkinki, Petr I davrida Rossiyada metallurgiya, ayniqsa, qora metallurgiya nihoyatda rivojlanib, dunyoda birinchilar qatoridan o'rin egallagan.

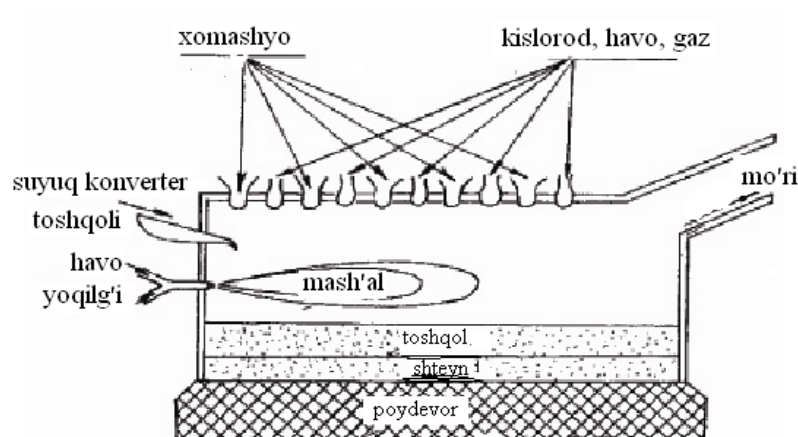
1920–1930-yillarga kelib esa metallurgiya asta-sekin qayta tiklanib, rangli, so'ng nodir va qimshteynbaho metallar ajratib olish yo'lga qo'yila boshlandi.

Bir vaqtlar 80–90 % mis aynan yallig' qaytaruvchi eritish pechida qayta ishlanib, bu usul dunyo bo'yicha yetakchi o'rinlardan birini egallab kelgan bo'lsa, hozirgi kunda ushbu usul zamonaviy talablarga javob berolmay qoldi. Lekin shunday bo'lsa-da, AQSH, Kanada, Finlandiya va MDH mamlakatlarining ko'pgina eritish korxonalarida haligacha ishlab turibdi.

2. Mis boyitmalarini eritish texnologiyalari

Yallig' qaytaruvchi eritish pechining qariyb sakson yildirki texnologiyadan chiqib ketmasligining sababi bor, albatta. Ulardan eng asosiysi, har qanday namlikda, ashyoning yirikligi, hatto uning tarkibi, pechning iqtisodiy ko'rsatkichiga unchalik ta'sir qilmaydi.

Shuningdek, suyuq holdagi konverter toshqollariga qayta ishlov berish imkoni ham mavjud. 1-rasmda yallig' qaytaruvchi eritish pechining sxeshteynik yon tomonidan ko'rinishi tasvirlangan.



1-rasm. Yallig' qaytaruvchi eritish pechi.

Rasmdan ko'rinadiki, pechning har ikkala yon tomonining tepasidan, aynan qiyalikka, xomashyo yuklanadi. Shuningdek, yuklatish xampa yonidan, asosan, texnologik kislorod yoki goh siqilgan havo (yoki aralashmasi) ham qiyalikni qizitish uchun purkaladi. O'rtacha 200–240 m² maydondagi pechlarga har ikkala tomondan o'rtacha 16 tadan 32 tagacha yuklatish xampalari hamda ularga gaz va kislorod purkash uchun yondirgich qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi.

Yallig' qaytaruvchi eritish pechining minorali pechni, biroz bo'lsa-da, texnologiyadan siqib chiqarishining asosiy sabablaridan biri mis rudalarini flotatsiya usuli bilan boyitishning har tomonlama taraqqiyotidir.

Minorali pechlarda, yallig' qaytaruvchi pechlardan farqli ravishda, mis boyitmalarini qayta ishlash imkoni yo'q.

XX asrning 80–90-yillariga kelib, yallig' qaytaruvchi pechda umumiy mis eritish ko'rsatkichi dunyo miqyosida 80% dan 50 – 60%ga tushib qoldi. Buning asosiy sabablaridan biri avtogen jarayonlarining keng ko'lamda sanoatda ishlatilishidir.

Olmalik tog'-metallurgiya kombinati boshqa zavodlardan o'zining ikki xil jarayon bilan ishlayotganligi, ikkita eritish agregatining mavjudligi bilan farq qiladi. Bular yallig' qaytaruvchi eritish va kislorodli-mash'alli eritish pechlaridir. 1-jadvalda

Olmalik mis eritish zavodidagi eritish pechlarining ayrim taqqoslovchi ko'rsatkichlari keltirilgan.

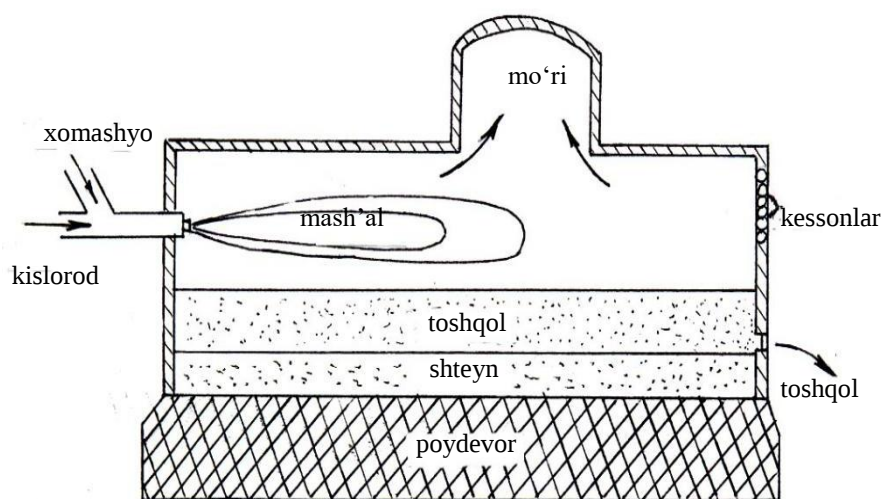
1-jadval

Olmalik mis eritish zavodidagi eritish pechlarining ayrim taqqoslovchi ko'rsatkichlari

t/r	Ko'rsatkichlar nomi	O'lchov birligi	Yallig' qayta-ruvchi pechda eritish	KME pechda eritish	Farqi
1.	Shixta bo'yicha solish-irma unumdorlik	t/m ²	5 – 6	10 –12	5 –7
2.	Shteyn tarkibidagi mis miqdori	%	22 – 28	40 – 50	2 ba-robar
3.	Misning shteynga o'tish miqdori	%	97	97	–
4.	Oltingugurtning texnologik gazdan olinish miqdori	%	28	92	–

2-rasmda Olmalik mis eritish zavodida ishlayotgan kislorodli- mash'alli eritish pechining yon tomondan ko'rinishi tasvirlangan. O'tga chidamli, olovbardosh g'ishtlar bilan qadalgan, devorlari oralig'ida suvli quvurlar, ya'ni kessonlar o'rnatilgan bo'lib, ular pech devorlarining chidamliligini saqlaydi. O'rtacha 0,5 % gacha quritilgan kukunsimon xomashyo texnologik kislorod yordamida pechga purkaladi.

Bu har ikkala eritish agregatiga tasnif hamda izoh berishdan oldin, MDH mamlakatlarida va boshqa mis ishlab chiqarish bo'yicha yetakchi o'rinlarda turgan davlatlarda eng zamonaviy, yuqori ko'rsatkichlar bilan ishlayotgan va butun dunyoda o'zining texnik-iqtisodiy afzalliklari bilan ajralib turadigan eritish dastgohlari haqida to'xtalib o'tamiz.



2-rasm. Kislородli-mash'alli eritish pechi.

Dunyoda mis eritib chiqarish bo'yicha yetakchi o'rinlardan birini egallab turgan AQSH yiliga 1,5 mln. tonnadan ortiq, MDH mamlakatlari hamda Yaponiyada 1 mln. tonnadan ortiq, Xitoy va Chilida 2 million tonnadan ortiq mis sof metall holida ishlab chiqarilayotgan bo'lsa, Zambiya, Germaniya, Belgiya, Kanada, Avstraliya kabi mamlakatlar ham juda katta mis koni zaxiralari hamda yuqori texnologiyada ishlaydigan agregatlari tufayli yetakchi mis ishlab chiqaradigan mamlakatlar sirasiga kiradi. Asrimizning eng taraqqiy etgan eritish pechlari qatorida avtogen jarayonlarni o'z ichiga olgan pechlar haqida ma'lumot bermay ilojimiz yo'q.

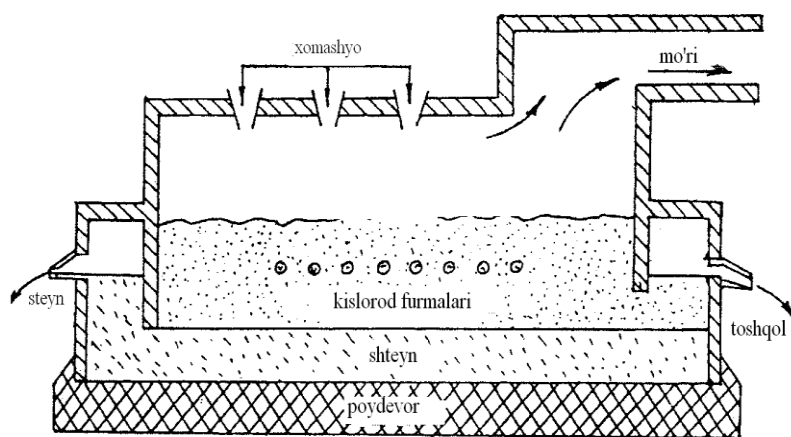
Barcha avtogen eritish agregatlarining paydo bo'lishiga ham asosiy sabab – boyitish usullarining o'ta taraqqiy etganligidir. Chunki boyitishdan so'ng olingan mis boyitmalari mayda, kukun holida bo'lib, avval yallig' qaytaruvchi pechlar, keyin elektr pechlari va nihoyat, avtogen eritish pechlarining paydo bo'lishiga olib keldi.

Avtogen jarayon aslida bugun yoki kecha o'ylab topilgan yangi jarayon emas. O'z-o'zidan issiqlik chiqishi bilan boradigan jarayonlar qariyb 100 yildirki sulfidli va oksidli boyitmalarni oksidlovchi kuydirish jarayonida, shuningdek, misli-nikelli shteynlarni konvertorlash jarayonida ham keng qo'llanib kelinmoqda. Bunda sulfidli birikmalarning oksidlanishi, parchalanishi mobaynida yuqori haroratning ajralib chiqishi natijasida boradigan jarayon XX asrning boshidayoq sanoat miqyosida keng qo'llanilgani texnologiya tarixidan yaxshi ma'lum.

3. Mis metallurgiyasida qo'llanilayotgan yangi texnologiyalar

Avtogen eritish texnologiyasini, umuman olganda, oksidlovchi jarayon ham deyish mumkin. Avtogen jarayonlarda issiqlik almashuvi, massa almashuvi hamda issiqlikning uzatilishi boshqa pechlarga qaraganda umuman boshqacha bo'lishi kuzatilgan, ya'ni oqova gaz harakat yo'nalishi toshqolning erish haroratiga nisbatan yuqori bo'ladi. Shuning uchun ham issiqlikning yo'qolishi, ya'ni oqova gaz bilan tashqariga chiqib ketishi, biroz bo'lsa-da, yuqoriroqdir. Yonilg'ilar, yoqilg'i resurslarining yildan-yilga kamayib ketishi va elektr energiya narxining ortib turishi avtogen jarayonlarning mavqeini yuqori ko'rsatkichga ko'tarib kelmoqda. Chunki avtogenli agregatlarga deyarli yoqilg'i yoki qizitish uchun elektr energiyasi berilmaydi. Haroratni orttirish uchun ko'pincha pechga oksidlash uchun purkalayotgan havo yoki texnologik kislorod qizdirib beriladi.

Shunday pechlar sirasiga kirgan Vanyukov pechi XX asrning o'rtalarida taklif etilgan. Keyinchalik 90-yillarga kelib, u sanoatda keng ishlatilib, suyuq vannada eritish (ya'ni Vanyukov) pechi nomini oldi. 3-rasmda "Vanyukov pechi"ning umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Bu pech haqida keyingi bo'limlarda batafsil so'z yuritiladi.



3-rasm. Vanyukov pechi (VP) (Suyuq vannada eritish pechi).

Quyida yirik rivojlangan mamlakatlarda keng miqyosda qo'llanilib kelayotgan eritmada boradigan avtogen jarayonlar haqida qisqacha ma'lumot bermoqchimiz.

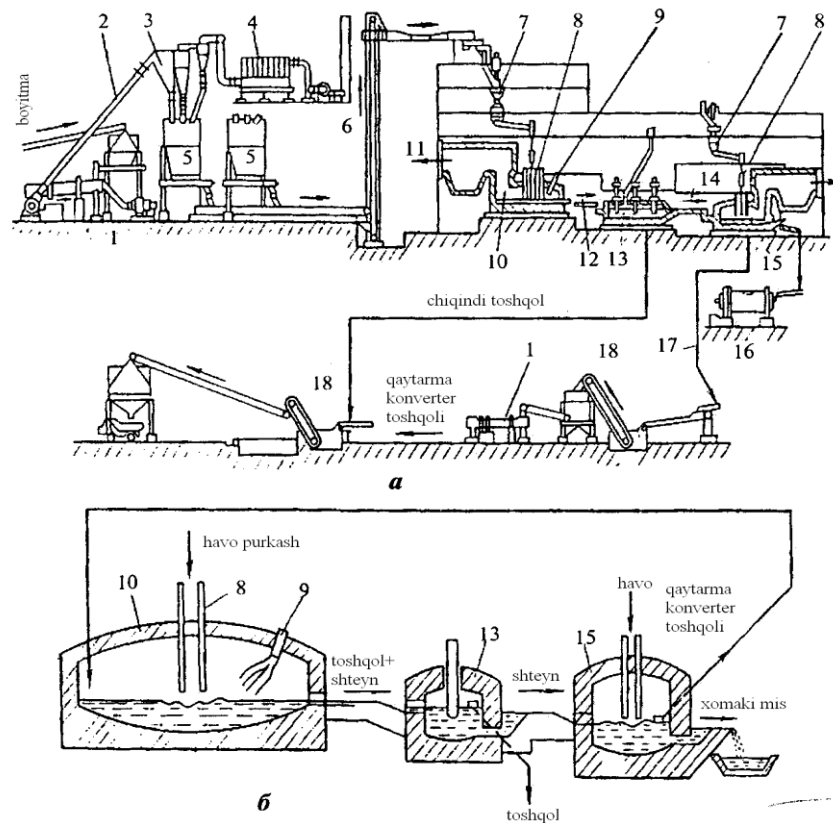
Ularning tarkibiga Kanadaning “Noranda Mayns” kompaniyasi ishlab chiqqan “Noranda” eritish pechi, muhandis Uorkraning “Konzink Riotinton” (Avstraliya) firmasi tomonidan 1967-yili ishlab chiqilgan “Uorkra” jarayoni hamda butun dunyoda mashhur bo‘lgan Kanadaning “Timmins” zavodi, Yaponiyaning “Onaxama” va “Naosima” zavodlarida qo‘llanib kelinayotgan “Mitsubisi” jarayonlari kiradi. Ushbu jarayonning umumiy ko‘rinishi 4-rasmda berilgan.

“Naosima” zavodida ushbu jarayon bilan ishlab turgan eritish majmuining unumdorligi ko‘proq eritish pechining ishlashiga, uning tuzilishiga bog‘liqdir. Umumiy diametri 10,2 va 7 metr, balandligi 2 metr, vannasining chuqurligi 800 mm, toshqol vannasining chuqurligi esa 20–30 mm bo‘lgan oval shaklidagi eritish pechi to‘la avtogen holda ishlaydi. Jarayon tarkibida 45 % gacha kislorodi bo‘lgan havo bilan purkash natijasida eng yuqori qavatlardan biriga joylashgan eritish pechida boradi. Shixta qorishmasi 1% gacha yaxshilab quritilgach, tarkibida mis boyitmasi, kvars, ohaktosh, konverter toshqoli bo‘lgan birikma pechga yuklab turiladi. Shixta qorishmasining to‘xtovsiz yuklatilishi natijasida uzluksiz eritmaning 65% misli shteyn hamda 30–35% kremniyli toshqol aralashmasi birgalikda pastki qavatda joylashgan pechga yopiq nov orqali quyilib turadi.

Solishtirma unumdorlik eritish pechida sutkasiga 10 t/m² ni tashkil etsa-da, lekin bu ko‘rsatkichni texnologik havoning tarkibidagi kislorodni ko‘paytirish yo‘li bilan ikki barobarga orttirish mumkin.

Keyingi agregat 25 kv. metr maydonni tashkil etgan elektr pech uchta elektrod bilan ta‘minlangan bo‘lib, suyuq toshqol vannasining chuqurligi 600 mm ni tashkil etadi. Toshqol tarkibidagi misni kambag‘allashtirish uchun ba‘zan koks qo‘shib turiladi. Bu yerdan olingan shteyn to‘g‘ri suyuq holida yana yopiq nov orqali pastki qavatda joylashgan konverter pechiga quyiladi.

Ikkinchi mahsulot esa tarkibida Cu – 0,5% bo‘lgan va SiO₂ – 30–35%dan iborat bo‘lgan toshqol alohida uskuna yordamida qumoqlashtirilib, so‘ng maxsus tashlanma joyga chiqarib tashlanadi.



4-rasm. Yaponiyaning Naosima zavodida ishlab turgan “Mitsubishi” jarayonining sanoat miqyosida ishlatilishi (a) va jihozlarning umumiy tasviri (b).

1–quvursimon aylanma quritish pechi; 2–quvur-quritkich; 3–chang ushlagich si-
klon; 4–yengsuzgich; 5–xomashyo xampalari (bunker); 6–elevator; 7–elektr uskunasi
bilan ashyo yuklovchi xampa; 8–havo purkagich; 9–yonilg‘i yondirgich; 10–eritish
pechi; 11–oqova gazlar; 12–erigan shteyn va toshqol yetkazishga mo‘ljallangan maxsus
quvur; 13–toshqollarni kambag‘allashtirish uchun o‘rnatilgan elektropech; 14–shteyn
chiquvchi quvur; 15–konverter pechi; 16–xomaki misni aralashtirgich; 17–konverter
toshqoli; 18–toshqolni qumoqlashtiruvchi.

Konverter ham oval shaklidagi sakkizta furma va yondirgichdan iborat bo‘lib,
konverter toshqolining tarkibini yaxshilash uchun ohaktoshli flus bilan birgalikda
pechga havo purkab turiladi. Harorat me‘yoridan ortib ketgan taqdirdagina issiqlikni
kamaytirish uchun sementli mis yoki ikkilamchi misli ashyo yuklab turiladi.

Toshqolning umumiy chiqishi mis boyitmasiga nisbatan 7–8% dan ortmaydi. Bundan olingan konverter toshqoli quyuqlashtirilib, yana jarayon boshiga, ya'ni eritish pechiga jo'natiladi.

Yallig' qaytaruvchi pechga qaraganda "Mitsubisi" jarayonining afzalliklari quyidagicha:

1. "Mitsubisi" pechining solishtirma unumdorligi 2–4 marta yuqori.
2. Yonilg'i sarfining miqdori 2 marta kam.
3. SO_2 ga boy gazlar olinadi va tashqi muhitga chiquvchi gazlar kamayadi.
4. Kapital va ekspluatatsiya uchun ketadigan xarajatlarning kamayishi, shuningdek, ishchi kuchiga ketadigan xarajatlarning kamayishi ham uning afzalligidir.

Nazorat savollari

1. Asosiy og'ir rangli metallar guruhiga qaysi metallar kiradi?
2. Olmaliq KMK tarkibiga qanday bo'linmalar kiradi?
3. Olmaliq KMKning xomashyo bazasi.
4. Olmaliq KMKda qanday turdagi mahsulotlar ishlab chiqariladi?
5. AGMK mis eritish zavodining tarkibiga qaysi sexlar kiradi?
6. "Mitsubusi" jarayonini tushuntiring?

1. Rux va qo'rg'oshin metallurgiyasidagi mavjud muammolar

Rux ishlab chiqarishning asosiy manbai hozirgi vaqtda sulfid polimetall mis-qo'rg'oshin-rux va qo'rg'oshin-rux rudalari hisoblanadi.

Sulfidli rudalarda Rux odatda sfalerit yoki vursit shaklida bo'ladi, ularning tarkibi ZnS formulasiga, shuningdek $n\text{ZnS}-m\text{FeS}$ marshteynitiga to'g'ri keladi.

Sfalerit bilan bir qatorda ushbu rudalarda qo'rg'oshin, mis, kadmiy, manganets, kumush, mishyak, antimon va kobalt sulfidlari mavjud. Sfalerit tarkibida nodir elementlar - indiy, talliy va germaniy, shuningdek oltin ming foizdan yuzinchi foizgacha bo'lgan miqdorda bo'ladi.

Sulfidli rux rudalaridagi qo'rg'oshin odatda galena PbS shaklida taqdim etiladi.

Jahon amaliyotida kollektiv qo'rg'oshin-rux rudalarini flotatsion boyitish keng tarqalgan. Shu bilan birga, boshida kollektiv boyitma olinadi, keyinchalik u seleksiya yo'li bilan Rux va qo'rg'oshin boyitmalariga bo'linadi.

Ushbu sxema ancha murakkab, buning uchun juda ko'p miqdordagi import qilinadigan reagentlar va uskunalardan foydalanish talab etiladi, shuningdek, ushbu sxema muqarrar ravishda metallarning o'zaro yo'qotishlarini ta'minlaydi. Shunday qilib, Rux boyitmada 1,5-2,5% qo'rg'oshin mavjud bo'lib, u keyinchalik qayta ishlash jarayonida deyarli qaytarib olinmaydi. Qo'rg'oshin boyitmada Rux miqdori 4-14% gacha, ular ishlab chiqarish chiqindilari bilan ham yo'qoladi. Ishlab chiqarish chiqindilari bilan yo'qolgan Rux va qo'rg'oshinning tarkibi asl rudalardagi tarkibiga qaraganda solishtirish mumkin, ba'zan esa ko'proq.

Ushbu holat kollektiv boyitmalarni oldindan ajratmasdan qayta ishlash uchun yangi texnologiyalarni izlashni taqozo etdi.

Ushbu texnologiyalardan biri valli pechlarda distillash eritish (Imperial Smelting) va KIVCET-SS jarayonlari. Jarayonlarning o'ziga xos xususiyati Zn: Pb = 2: 1 nisbati bilan Rux va qo'rg'oshin boyitmalarini yoki qo'rg'oshin-rux kollektiv boyitmaini birgalikda qayta ishlashdir.

Usul quyidagi afzalliklar tufayli keng tarqaldi [3]:

- 1) rux (kuniga 200 tonnagacha) va qo'rg'oshin (100 tonnagacha) uchun agregatning yuqori mahsuldorligi;
- 2) rux va qo'rg'oshinning yuqori ekstraksiyasi;
- 3) yuqori mehnat unumdorligi.

Jarayon oltingugurtni olib tashlash va shteynerialni kuchli va g'ovakli aglomerat ichiga ag'darish uchun boyitmalarni aglomeratsiya usulida kuydirishni, odatda portlash bilan (aylanma dross, pusier va ba'zi bir ohaktosh va kvarts bilan aralashtiriladi) ta'minlaydi. Ushbu aglomerat tarkibida 25-45% Zn, 15-25% Pb va taxminan 20% gang mavjud. Zaryadning gaz o'tkazuvchanligini yaxshiroq ta'minlash uchun aglomerat asosan 60-90 mm o'lchamdagi bo'laklar shaklida ishlatiladi. Pechga o'rnatilgan zaryad sinter va koksdan iborat. Koks 800 OS gacha oldindan isitiladi, sinter sovuq yuklanadi. Aglomerat va koks tuynuklar orqali

o'choqqa kirib kelgan issiq portlash ($600-800^{\circ}\text{C}$) bilan reaksiyaga kirishadi, natijada ular o'choq o'chog'ida yig'ilib, zichlikni ajratish uchun vaqti-vaqti bilan cho'ktiruvchi idishga tushiriladi.

Eritish shlak tarkibida, %: 32 CaO, 25 SiO₂, 20% FeO va 11% Al₂O₃ bo'yicha amalga oshiriladi, erish nuqtasi 1250 O_C. Shlak tarkibida 3-4% Zn va 0,5-0,8% Pb mavjud. U granulyatsiya qilinadi va axlatxonaga yuboriladi.

3,9% Zn, 11,3% CO₂ va 18% CO o'z ichiga olgan 950-1000 °C haroratli pech gazlari eritilgan qo'rg'oshin vannasiga botirilgan aylanma aralashtirgichlar bilan jihozlangan kondensatorlarga yuboriladi.

87% metall bug '-gaz aralashmasidan suyuq rux holida, 4% puser shaklida, 8% butana shaklida quyultirilgan. Pusier, dross va loy aglomeratsiya zaryadiga qaytariladi. 91-93% Zn homaki ruxiga olinadi, 6,5% rux shlakda yo'qoladi, boshqa yo'qotishlar 2,5% ni tashkil qiladi. Dag'al ruxning tarkibi 98,5-99,8% Rux, qolgan qismi aralashmalardir.

Umumiy aylanishlarning taxminan uchdan bir qismi nam chang yig'ish tizimida olingan puser, inqilobning uchdan bir qismi kondenserdagi metall hammom yuzasida olingan dross, qolgan inqiloblar oksidlangan dross bilan ifodalanadi. Ushbu qayta ishlangan mahsulotlarga tushadigan ruxning umumiy miqdori dastlabki zaryaddagi rux massasining 14,7% ni tashkil qiladi.

Ushbu texnologiya quyidagi sabablarga ko'ra O'zbekistonda qo'llanilishi mumkin emas:

- 1) uni qo'llash uchun yangi rux zavodi qurilishi bilan taqqoslanadigan katta kapital qo'yilmalar talab etiladi;
- 2) shlaklarda 6-8% gacha rux yo'qoladi va zaryad tarkibidagi dastlabki metall tarkibining 15% gacha ballast aylanishida bo'ladi;
- 3) olingan ruxning sifati juda past, uni tozalash uchun elektrolizdan foydalanish kerak;
- 4) valyuta narxi bilan import qilinishi kerak bo'lgan koksning yuqori iste'moli, chunki ushbu shteynerial respublikada ishlab chiqarilmaydi;
- 5) xom ashyo sifatiga qo'yiladigan qat'iy talablar va boshqalar.

Bizning fikrimizcha, mavjud uskunalar, amaliy texnologiyalar va mahalliy xomashyo asosida boshqariladigan yangi texnologiyalar eng istiqbolli hisoblanadi.

Amaldagi texnologiyaga ko'ra, rux sulfidli boyitma selektsiyadan so'ng klassik sxema bo'yicha qayta ishlanadi: KS pechlarida kuydirish - eritish - elektrolitni tozalash - elektroliz. Yuvishdan keyin pirojniylar Waelz tomonidan qayta ishlanadi. Texnologik chiqindilar - klinker tarkibida ko'p miqdordagi rangli, noyob qimshteynbaho metallar, shuningdek metall temir va uglerod mavjud. Hozirga qadar klinkerni qayta ishlashning optimal texnologiyasi ishlab chiqilmagan. Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida ishlatiladigan texnologiya yordamida klinkerdan mis va qimshteynbaho metallar olinadi. Va rux, qo'rg'oshin va boshqalar kabi metallar qaytarib bo'lmaydigan darajada yo'qoladi.

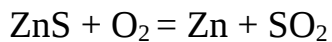
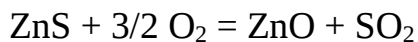
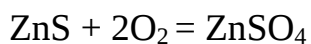
KS pechlarida yoqishning afzalliklari bilan bir qatorda ba'zi kamchiliklari bor. Asosiysi, 1050-1150 ° S haroratda kuydirish jarayonida eritish paytida ozgina eriydigan va ko'p miqdordagi pirojniylarga o'tadigan ferritlar va rux silikatlar hosil bo'ladi. Natijada, pirojnoe tarkibidagi Ruxning boyitmasiyasi 22-26% ga etadi, bu jarayonning texnik, iqtisodiy va texnologik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yomonlashtiradi. Keks maxsus operatsiyani talab qiladi - Waelz. Ammo bu holatda ham Ruxning chiqindilar bilan sezilarli darajada yo'qotilishi muqarrar.

Har bir metall sulfidning har xil chaqnash nuqtasi bor. O'lchami 0,10 - 0,15 mm, °C bo'lgan zarrachalarning yonish haroratining ba'zi qiyshteynlari: CuFeS_2 - 364; FeS_2 - 422; FeS - 460; ZnS 637; PbS - 720.

Ma'lumki, havoni namlash alangalanish haroratining pasayishiga olib keladi.

Aynan mana shu qoidalar sulfat ruxli boyitmalarni KS pechlarida quyi haroratda kuydirish texnologiyasini ishlab chiqishimiz uchun asos bo'ldi, ammo portlashga 800 °C gacha qizdirilgan bug' 10% gacha qo'shildi. Kuydirish haroratining 850-950 °C gacha pasayishi ferrit va silikat hosil bo'lishini sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa eritma jarayonida Ruxning eritma darajasiga o'tish darajasini oshiradi va aslida Waelz Rux keki-lariga ehtiyoj qolmaydi.

Rux sulfidining gaz fazasida kislorod bilan oksidlanishi quyidagi sxemalardan biriga muvofiq amalga oshiriladi:

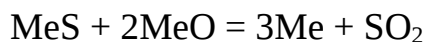


Shartlarga qarab sulfid oksidlanishining yakuniy mahsulotlari sulfatlar, oksidlar yoki metallar bo'lishi mumkin.

Qo'rg'oshin-rux boyitmalarini qayta ishlash bo'yicha ishlanmalarimiz Ruxni eritma va qo'rg'oshinni pirojniyga aylantirish uchun rux va qo'rg'oshin sulfatlari ishlab chiqarishni maksimal darajada oshirishga qaratilgan. Termodinamik hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, sulfatlar hosil bo'lishi eng intensiv ravishda 800-950 ° S harorat oralig'ida sodir bo'ladi.

Suv bug'ining rolini alohida ta'kidlash kerak. Suv bug'ining kiritilishi oksidlanish jarayonlarining haroratini bir oz pasaytirishi ilgari ta'kidlangan edi. Ammo, biz adabiyotda ushbu haqiqat uchun tushuntirish topmadik. Bizning fikrimizcha, suv bug'lari ishtirokida quyidagi jarayonlar mumkin.

KS pechlarida sulfat boyitmalari 950-1050 °C haroratda yoqilganda, metall oksidlari hosil bo'ladi. Olingan oksidlar xuddi shu metalning sulfidi bilan reaksiya natijasida ta'sir o'tkazadi:

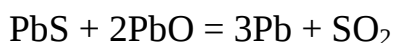


Agar (jarayon birligidagi SO₂ ning qisman bosimi) bo'lsa, u holda o'zaro bog'liqlik ehtimoli katta. Asos sifatida har qanday metallarni oksid va sulfidning o'zaro ta'siri natijasida olish mumkin. Shu bilan birga, har bir metallning o'ziga xos harorati bor, undan boshlab MeS va MeO o'rtasidagi reaksiya metall hosil bo'lishi bilan mumkin bo'ladi. Bundan tashqari, oltingugurt va kislorodga yaqinlik qiyshteynlari yig'indisi nisbatan kichik bo'lgan metallarning oksidi va sulfidlari uchun oson bo'lishi kerak.

(Cu, Pb, Bi, Sb).

Shunday qilib $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} = 6\text{Cu} + \text{SO}_2$ reaksiyasi allaqachon 750 °C da mumkin bo'ladi. 1100 °C = 1.01 · 10⁵ Pa da.

Reaksiya taxminan shuncha oson davom etadi



900 °C da u $1,01 \cdot 10^5$ Pa ga etadi.

Harorat ko'tarilgach, oltingugurt gazining muvozanat bosimi ham keskin oshadi.

Ushbu reaksiyalar natijasida olingan metallar yuqori haroratlarda suv molekulalarining tarkibiy elementlarga ajralishi uchun katalizator hisoblanadi. Shunisi e'tiborga loyiqki, suv molekulasining parchalanishi natijasida atomik kislorod ajralib chiqadi. Kislorod atomlari yuqori reaktivdir va asta-sekin metall sulfat hosil bo'lishi bilan metall sulfid panjarasiga kirib boradi. Jarayon sxeshteynik tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:

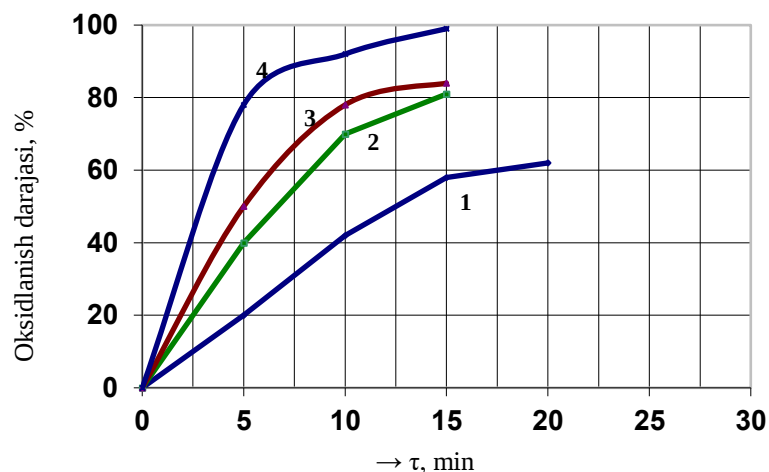


Sulfid yuzasida xemosorbtsiya natijasida atomik kislorod metall sulfat hosil bo'lguncha kislorod bilan to'yinganligi oshib borishi bilan metastabil sorbtsiya komplekslarini hosil qiladi deb taxmin qilinadi. Polimetall qo'rg'oshin-Rux boyitmalarini kuydirishda rux va qo'rg'oshin sulfatlari hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Klassik texnologiya bo'yicha rux ishlab chiqarishni murakkablashtiradigan muhim jihatlardan biri bu otish paytida ferritlar va rux silikatlarini hosil bo'lishidir. Ushbu birikmalar asosan 950 daraja va undan yuqori haroratda hosil bo'ladi. Portlash suv bug'lari bilan namlanganda, otish harorati 850-900 ° C dan oshmaydi, bu esa ferrit va silikat hosil bo'lish ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa eritma jarayonida eritma ichiga rux ekstraksiyasini sezilarli darajada oshirishi kerak.

2. Qo'rg'oshin-rux rudalarini kollektiv boyitish texnologiyalari

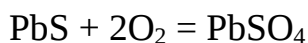
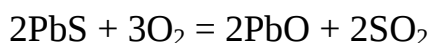
Biz kollektiv qo'rg'oshin-Rux boyitmalarini bug 'va havo aralashmasi oqimida oldindan ajratmasdan kuydirish bo'yicha tadqiqotlar o'tkazdik. Tadqiqot natijalari shakl. 1 va 2.



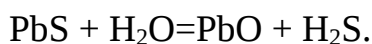
1-rasm. Qo'rg'oshin sulfidining bug 'va havo aralashmasi bilan oksidlanish darajasi

1- 400 °C; 2 – 500 °C; 3- 700 °C; 4 - 800 °C

400 - 500 °C haroratgacha qizdirilganda PbS oksidlanib, sulfat, asosiy sulfatlar va qo'rg'oshin oksidini hosil qiladi:

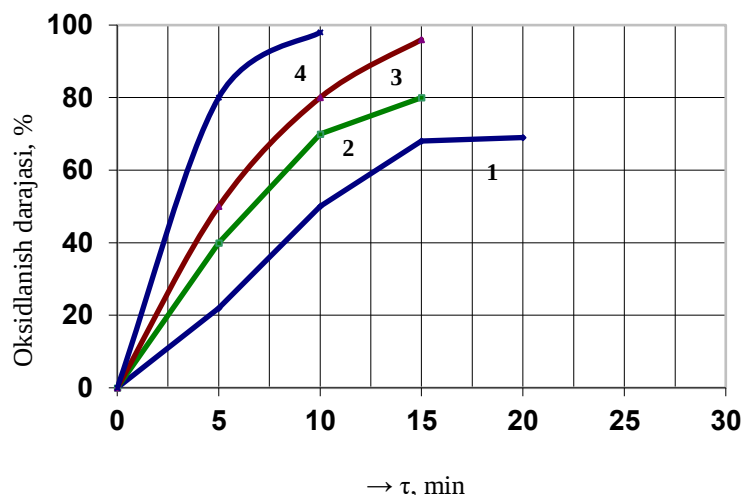


Suv bug'ining mavjudligi shakllanishiga olib keladi PbO va H_2S



Qo'rg'oshin sulfidi va suv bug'lari o'rtasidagi reaksiya dastlabki 10-15 daqiqada intensiv ravishda davom etadi va 90% yoki undan ko'proq qiyshiteynga etadi. Jarayonni kuchaytirish uchun haroratni yanada oshirish asossizdir, chunki bu hosil bo'lgan sulfatning parchalanishiga olib kelishi mumkin.

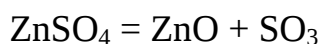
Rux sulfidini suv bug'i bilan oksidlanishiga oid tadqiqotlar natijalari (2-rasm) shuni ko'rsatadiki, reaksiya dastlabki 10-15 daqiqada intensiv davom etadi.



2 - rasm. Rux sulfidining bug' va havo aralashmasi bilan oksidlanish darajasi

1- 600 °C; 2 – 700 °C; 3- 800 °C; 4 - 1000 °C

600-700°C gacha qizdirish ZnO ning 10-20% gacha hosil bo'lishiga va $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{ZnO}$ fazasining paydo bo'lishiga olib keladi. Oddiy sharoitlarda haroratning 900-950 ° S gacha ko'tarilishi bilan ruxning 95-98% ZnO shaklida va atigi 2-3% ZnS shaklida bo'ladi. Bu haroratda rux sulfatlari aniqlanmadi, chunki u reaksiya natijasida parchalanadi



Kuydirish 10-25 minut davomida harorat oralig'ida 800-950 °C va suv bug'lari oqimida olib borilganda ferritlar va silikatlarni aniqlanmadi.

Oqish Olmaliq kon-metallurgiya kombinatining rux zavodida qo'llaniladigan texnologiya asosida amalga oshirildi. Tajribalar natijasida kukun tarkibidagi ruxning 94-96% eritmaga o'tganligi aniqlandi. Kek tarkibidagi rux miqdori 2-4% dan oshmadi, bu klinker tarkibidagi rux bilan solishtirish mumkin.

Bu shlakdagi rux asosan eruvchan oksidlar va sulfatlar shaklida bo'lishining yana bir dalilidir. Kam eriydigan birikmalar (ferritlar va rux silikatlari) sezilarli darajada hosil bo'lmaydi.

Kuydirish sharoitida qo'rg'oshin oksidi va sulfat deyarli butunlay kekga aylanadi, uni an'anaviy sxema bo'yicha qayta ishlash mumkin: aglomerasiyalash – shaxtali eritish - tozalash.

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqotlar asosida kollektiv qo'rg'oshin-Rux boyitmalarini oldindan ajratmasdan birgalikda qayta ishlash mumkin degan

xulosaga kelish mumkin. Shu bilan birga, Rux ishlab chiqarishning texnik, iqtisodiy va texnologik ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Suyuq eritish paytida elektrolitga rux ajratib olish orqali u ferrit va silikat hosil bo'lishining kamayishi hisobiga ortadi, aslida vels ruxli klinkerlarga ehtiyoj qolmaydi. Birgalikda, bu yiliga yuz millionlab so'mga baholanadigan muhim texnik va iqtisodiy samarani berishi mumkin.

Rangli metallarga bo'lgan talab asosan zaxiralari cheklangan monometal rudalarni klassik sxemalar bo'yicha qayta ishlash hisobiga qondiriladi, buning natijasida ancha murakkab polimetal rudalaridan foydalanish zarur.

Olovga chidamli polimetalli rudalarning flotatsion boyitmasiyasi paytida mis, qo'rg'oshin, ruxni shu nomdagi boyitmalarga etarlicha to'liq ajratishga erishilmaydi. Keyingi selektiv boyitish jarayonida boyitish qoldiqlari bilan Rux, qo'rg'oshin va misning yo'qotishlari yuqori bo'ladi va Rux va qo'rg'oshinning katta miqdori mis boyitmalariga o'tkaziladi.

Ruda va birlamchi boyitmalarni ajratishning har bir bosqichida keyingi flotatsiya bilan birgalikda bosqichma-bosqich silliqlash orqali boyitmalarning sifati yaxshilanadi. Bunday holda, monometalik boyitmalar bilan bir qatorda oraliq kollektiv boyitish mahsulotlari hosil bo'ladi. Kollektiv mis-rux-qo'rg'oshinli boyitmalar va o'rtamiyona ishlab chiqarish metallarning rudadan qayta tiklanishini oshiradi. mis, rux va qo'rg'oshinning klassik pirometallurgiyasi xuddi shu nomdagi boyitmalarni qayta ishlashga mo'ljallangan, kollektiv boyitmalarni eritish qo'shimcha izlanishlarni talab qiladi: masalan, mis pirometallurgiyasida Cu - Zn - boyitmalarini qayta ishlash Zn - shlaklar paydo bo'lishi bilan murakkablashadi. Ruxning bir qismi sublishteynlarga o'tadi, bu esa chang yig'ishni tashkil qilishni talab qiladi. Mis boyitmaini qayta ishlashda qo'rg'oshin pufakchali misga aylanib, uni yanada takomillashtirishni qiyinlashtiradi. Polimetal boyitmalarini kompleks qayta ishlash bo'yicha tasdiqlangan texnologiyaning yo'qligi rangli metallarning katta yo'qotishlariga olib keladi.

Olovga chidamli polimetalli rudalarni qayta ishlashdagi muammolarni jamoaviy echimiga kombinatsiyalashgan texnologiyalar doirasida boyitmasiya va

metallurgiya qayta ishlash imkoniyatlarini oqilona birlashtirish orqali erishish mumkin.

Ushbu ishning maqsadi Cu - Pb - Zn kollektiv boyitmalarini, shu jumladan avtoklav va flotatsiya bosqichlarini qayta ishlashning mis, qo'rg'oshin va ruxni tijorat mahsulotlariga tanlab ajratish bilan qayta ishlashning oqilona texnologiyasini o'rganish va ishlab chiqishdir.

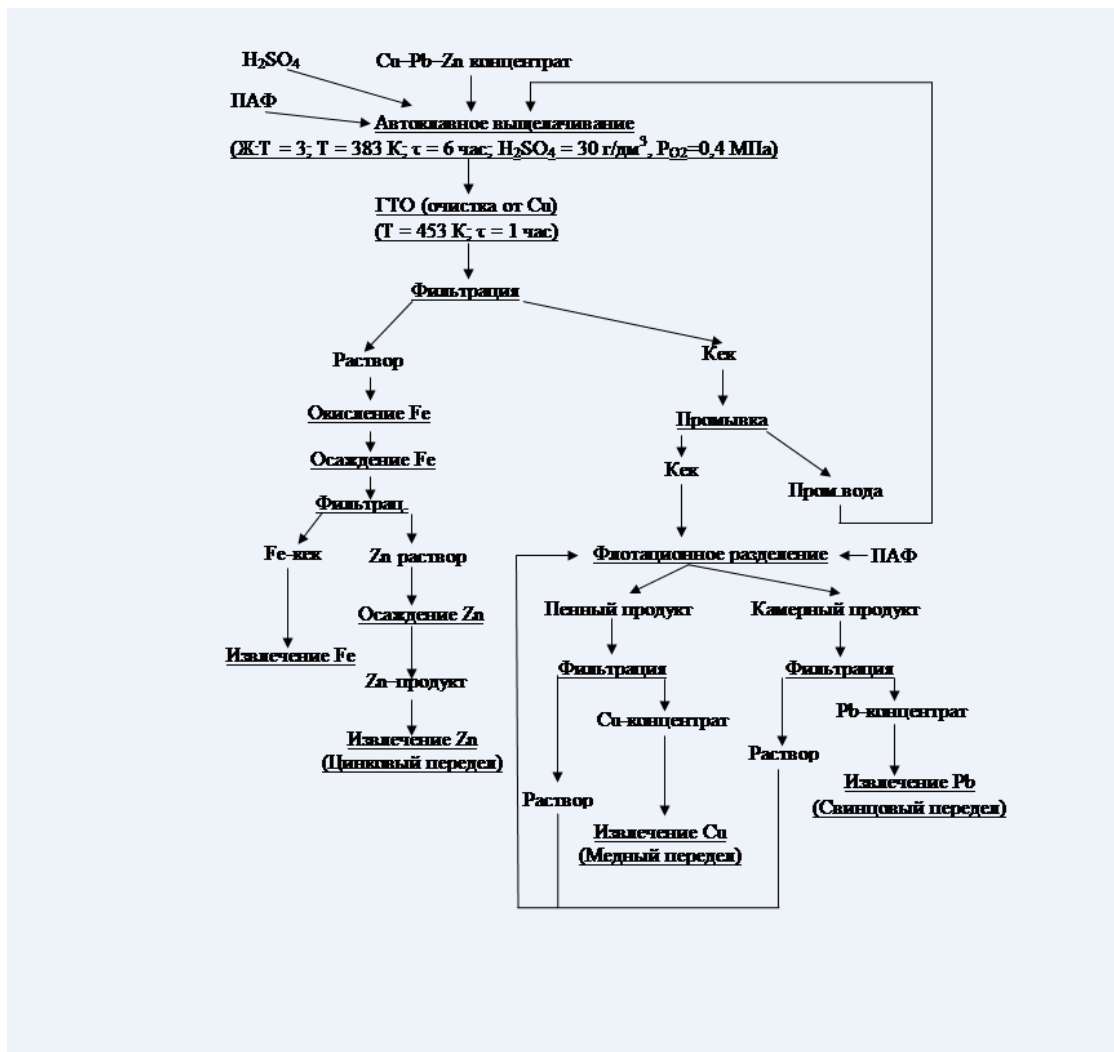
Tadqiqot metodikasi va shteyneriallari

Kollektiv polimetallik boyitmalarni qayta ishlash uchun mualliflar quyidagi asosiy operatsiyalarni o'z ichiga olgan texnologik sxemani taklif qildilar (1-rasm):

- boyitmalarni sulfat kislota eritmasida avtoklavlarda tanlab eritish;
- avtoklavda misni gidrotermal cho'ktirish;
- rux eritmalaridagi temirni avtoklavlarda kislorod bilan oksidlash;
- rux eritmalaridan uch valentli temirni ohak suti bilan cho'ktirish;
- temir keki va rux eritmasini olish uchun filtrlash.
- rux eritmasidan soda yordamida ruxni cho'ktirish, buning natijasida rux keki va natriy eritmasini olish;
- mis va qo'rg'oshin boyitmalarini olish uchun mis-qo'rg'oshinli kekni flotatsion ajratish.

Kengaytirilgan laboratoriya sinovlari, hajmi 7,5 dm³ bo'lgan 4530 seriyali Parr avtoklavi (AQSh) yordamida amalga oshirildi.

Dastlabki sxema Rubsovskiy boyitish fabrikasining kollektiv boyitmalarini laboratoriya sharoitida qo'llanilgan. Boyitmaning tarkibi,%: 9,5-20,1 Cu; 7.9-21.5 Zn; 9.4-17.2 Pb; 3.7-22.4 Fe; 17.8-25.3 S. Rentgen fazali tahlillari natijalariga ko'ra boyitmadagi metallar minerallar bilan ifodalanadi: mis - xalkopirit (CuFeS_2); Rux - sfalerit (ZnS); qo'rg'oshin - galena (PbS) va sulfat (PbSO_4); temir - pirit (FeS_2).



3-Rasm: - kollektiv boyitmani qayta ishlash uchun avtoklav-flotatsiya sxemasining texnologik sxemasi

Natijalar va muhokama

Boyitmani avtoklavda Tanlab eritish quyidagi rejimlarda amalga oshirildi:

- Q:S = 1: 3;
- jarayonning harorati 378-383 K;
- tanlab eritishning davomiyligi 5 soat;
- sulfat kislota konsentratsiyasi 30 g/dm³;
- ortiqcha kislorod bosimi 0,4 MPa;
- natriy lignosulfonat (sirt faol moddasi) sarfi - 1 kg / t.

Avtoklavda tanlab eritishdan keyin eritmani missizlantirish uchun misni gidrotermal cho'ktirish bosqichi o'tkaziladi. Misning gidrotermal cho'ktirish tartibi:

- jarayonning harorati 453-458 K;

- gidrotermal cho'ktirish davomiyligi 1 soat.

Boyitmani avtoklavda tanlab eritish natijasida, misning gidrotermal cho'ktirish evaziga eritmaga ruxning ajratib olinishi 90-95% tashkil etdi, mis eritmaga utishi 0,1% dan oshmadi.

Olingan butana filtrdan utkazilda va filtrda yuvilgan. Sanoat suv dastlabki eritma eritmasini tayyorlashda ishlatilgan. Filtrat, ikki bosqichdan iborat bo'lgan temirni tozalashga yuborildi:

- temirning avtoklavda oksidlanishi;
- ohak suti bilan temirni cho'ktirish.

Eritmada temirning oksidlanish tartibi:

- jarayonning harorati 353–363 K;
- oksidlanish davomiyligi 1 soat;
- ortiqcha kislorod bosimi 1 MPa.

Temirning avtoklavda oksidlanishidan so'ng ohak suti bilan eritmadan temir cho'ktiriladi. Temirni cho'ktirish tartibi:

- jarayonning harorati 343-353 K;
- cho'ktirish uchun ohakning 16% suti ishlatiladi ($\rho = 1,13 \text{ g / sm}^3$);
- pH-3;
- kerakli pH qiyshteyniga yetgazish uchun, butana 1 soat davomida aralashtiriladi;
- ohak sutini sarfi 1 m^3 eritma uchun $0,08-0,1 \text{ m}^3$ ni tashkil qiladi.

Eritmani temirdan tozalash darajasi 88-92% ga etadi, rux yo'qotilishi 6% dan oshmaydi.

Olingan eritmadan soda raster bilan rux cho'ktirildi. Ruxni cho'ktirish rejimi:

- jarayonning harorati 323–333 ° C;
- cho'ktirish uchun 20% soda eritmasidan foydalanilgan;
- pH $\approx 8-8,5$;
- belgilangan pH ga yetgazish uchun, 2 soat davomida aralashtiriladi;
- 1 m^3 rux eritmasiga $0,24-0,25 \text{ m}^3$ sodali eritmani sarfi qilinadi.

Avtoklav eritmasidan olingan kek quyidagi rejimda kislotali muhitda flotasiya qilingan:

- jarayonning harorati 288–293 K;
- "DSP-013" to'plagichning safi 0,3 kg / t kek;
- iste'mol qiladigan ko'pik hosil qiluvchi- metil izobutil karbinolning sarfi 0,1 kg / t kek.
- flotatsiya 10-15 minut, ko'pikli mahsulot hosil bo'lishi tuxtagunicha amalga oshirilda.

Olingan flotatsion mahsulotlar:

- ko'pikli mahsulot (chiqish 75-85%; misni unga o'tishi 90-96%);
- kamerali mahsulot (chiqish 15-25%; qo'rg'oshin o'tishi 80-90%).

Nazorat savollari

1. Qorgoshin metallurgiyasi deganda nima tushuniladi?
2. Jahon amaliyotida kollektiv qo'rg'oshin-rux rudalarini qanday usulda boyitiladi?
3. Qo'rg'oshin boyitmasida rux birikmalari qanday holatda bo'ladi?
4. Qo'rg'oshin-rux rudalarini kollektiv usulda boyitishda jarayonga unsur elementlarning ta'siri qanday?
5. Tanlab etitishda qo'llaniladigan reagentlar tasnifini keltiring.

3-MAVZU: OLTIN METALLURGIYASIDAGI YANGI TEXNOLOGIYALAR.

REJA:

1. **Preaktivatsiya usullari bilan eritish**
2. **Ultratovushli (akustik) ta'sir qilish yordamida siyanlash**
3. **Oksidlovchi reagentlar yordamida siyanlash**
4. **Kuchli aralashtirish bilan eritish**

Tayanch so'z va atamalar: Oltin, preaktivatsoya usuli, ultratovushli siyanlash, oksidlovchi reagent, eritish.

1. **Preaktivatsiya usullari bilan eritish**

Xom ashyoning ayrim turlarida mayda dispersli oltinning mavjudligi, ularning muhim qismi pirit, arsenopirit va boshqa minerallar bilan chambarchas bog'liq bo'lib, siyanid yoki boshqa eritmalarda erish jarayonini inhibe qiladi, energiya talab qiladigan qurilmalarda mexanoaktivatsiyalashni davolash usulidan foydalanish imkoniyatini belgilaydi.



Tug'ma Oltin.

Oltinni sulfidli boyitmalardan ajratib olishning intensiv texnologiyasining imkoniyatlarini o'rganish asosiy maydalash jarayonida mexanik faollashuv paytida asosiy minerallar va oltin tashuvchilarning xatti-harakatlarini o'rganish bilan chambarchas bog'liq. Ko'p sonli asarlar ushbu masalaga bag'ishlangan. Oltinni mayda silqlash va mexanik-kimyoviy faollashtirish orqali mexanik-kimyoviy ochilish samadorligi nafaqat mineral donalarning kristall konstruktsiyalarining dispersiyasi va deforshteynsiyasi darajasining oshishi bilan, balki butun hajmdagi zarrachaga energetik ta'sir ko'rsatishi bilan ham bog'liq, bu esa erituvchi reagentlar bilan o'zaro ta'sirlashganda ularning bir zumda erishi sodir bo'ladi.

Ishda qayd etilishicha, mexanokimyoviy aktivatsiya, ya'ni. refrakter boyitmalarning ochilishi tarkibida oltin tarkibidagi mineralning kristal panjarasining nuqsolini uning kimyoviy tarkibini buzmasdan oshirishga qaratilgan, shuning uchun faollashuv vaqti talab qilingan chegaraga tushiriladi, bu esa eritmaning keyingi bosqichlarida oltinni olish darajasi bilan belgilanadi.



Kvarsli oltin

Minerallarning yo'q qilinish darajasini oshirish va ularning kimyoviy tarkibini buzish uchun mexanik faollashtirish oksidlovchilar (havo kislorodi, marganets dioksidi, metall nitratlari, xloridlar va boshqalar) ishtirokida amalga oshirilishi kerakligi haqida dalillar mavjud. Mexanik-kimyoviy faollashuv amalga oshiriladigan vosita sifatida gazlar shaklida va eritmalaridan oksidlovchi moddalardan foydalanish oksidlanish-qaytarilish va almashinish reaksiyalarining tezlashishiga yordam beradi, masalan, jarozi guruhining minerallarini hosil bo'lishiga olib keladi, bu oxir-oqibat olovga chidamli oltinning ochilishiga va ko'payishiga olib keladi. uni qazib olish darajasi.

Ishda qayd etilishicha, piroluzit tegirmonga sulfidli oltin-margimush boyitmai massasining 1 dan 5% gacha miqdorda kiritilganda sulfidlarni mexanik-kimyoviy yo'q qilish jarayoni samaradorligi ortadi. Bu kuzatildi:

- frezeleme bilan faollashganda sulfidlarning oksidlanishi, bu ayniqsa arsenopiritning yo'q qilinishiga ta'sir qiladi;
- mishyakni kam eriydigan (toksik bo'lmagan) birikmalarga o'tkazish.

Ba'zi mualliflar oltingugurt va xlorid kislotalari eritmasida mexanoaktivatsiyani o'tkazishni taklif qilishadi.

Mahalliy institutlar Irgiredmet (Irkutsk), Gidrotsvetmet, IGiG SB RAS, ICHTTiMS SB RAS (Novosibirsk) va boshqa xorijiy institutlar xodimlarining bir qator ishlari tarkibida oltin tarkibidagi boyitmalarni, shu jumladan, o'tga chidamli boyitmalarni, mexanik faollashtirish bilan yuvishni kuchaytirishning texnologik sxemalarini ishlab chiqishga bag'ishlangan. Shu bilan birga, ular mexanik faollashtirish jarayonlarini

amalga oshirish uchun qurilmalarning konstruksiyalarini ham ishlab chiqdilar. Mexanik faollashtirish jarayonini amalga oshirish uchun eng mashhur qurilmalar sayyora, reaktiv va vibrosentrifugali tegirmonlardir.

Sayyora apparatlarida boyitmalarni gidrometallurgik qayta ishlash jarayonida zoda-gon, rangli metallar va temirning xatti-harakatlarini o'rganishda, oltinni qayta tiklash darajasi ushbu boyitmalarni kuydirish-siyanid texnologiyasi yordamida qayta ishlash bilan taqqoslanadi.

Irgiredmet instituti Gidrosvetmet instituti tomonidan ishlab chiqarilgan sayyoraviy markazdan qochirma tegirmon yordamida Qumtor konidan (Qirg'iziston) boyitmalar-dan oltin ajratib olish texnologiyasini sanoat miqyosida sinovdan o'tkazdi. Tadqiqot-ning maqsadi oltinning pirit tarkibiga mayda qo'shimchalari va ko'p miqdordagi uglerodli moddalarni o'z ichiga olgan boyitmalarni mexanik-kimyoviy ochish texnologiyasini ishlab chiqish edi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, oltinni qazib olish yo'li bilan 91%, 1 tonna boyitma uchun 0,5 kg natriy sianid iste'mol qilinganligi aniqlandi.

Gidrosvetmet instituti tomonidan ishlab chiqilgan uzluksiz sayyora santrifujli tegirmonni ishlab chiqarish uzoq vaqt davomida ishlab chiqarish moslamalarining ishlash ishonchliligi tufayli to'xtatib turilgan edi. Shu sababli, "Gidrosvetmet" insti-tuti sayyora markazlashtiruvchi tegirmonning ishonchliligini oshirishga bag'ish-langan bir qator ishlarni amalga oshirdi. Loyihani yakunlash natijasida apparatning sanoat versiyasi yaratildi, u Saralinskaya oltinni qayta ishlash zavodining (Xakasiya) flotatsion va tortish tarkibidagi tarkibidagi tarkibidagi tarkibida oltingugurt bo'lgan boyitmalarni qayta ishlash mexanik-kimyoviy texnologiyasini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizshteyn qildi. Ushbu texnologiya ikkita MPTs-Z sayyora tegirmoniga asoslangan mexanik faollashtirish blokini o'z ichiga oladi. Mexanik faollashtirilgan boyitmalarni sorbsion eritmasi bilan yuvish texnologiyasidan foydalangan holda gidrometallurgiya sexini o'rnatish bo'yicha keyingi ishlar 1995 yilda boshlangan, ammo og'ir iqtisodiy vaziyat tufayli tugallanmagan.

Ultra nozik silliqlash va mexanik faollashtirish jarayonlari uchun RAS SB Kimyoviy texnologiya institutida vibrosentrifugali tegirmonlar ishlab chiqilgan. Ushbu

qurilmalar mineral xom ashyoni, chiqindilarni, qurilish shteyneriallarini va boshqalarni qayta ishlash sohasida keng qo'llanilgan va oltin qazib olish sanoatida tavsiya etilgan.

Bir qator ishlarda oltin tarkibidagi boyitmalarni faollashtirish uchun girdobli harakat apparatlaridan foydalanish taklif etiladi. Ushbu ishlarda oltingugurt tarkibidagi sulfidli boyitmani qayta ishlashning texnologik sxemasi, shu jumladan, tayyor mahsulot hajmini 15 mkm gacha bo'lgan havo reaktivli silliqdash, NaOH eritmalari bilan yuvish va sorbsion sianlanish. Mexanik faollashganda minerallarning kristall tuzilishi o'zgaradi, ya'ni. kristallitlarning kattaligi kichrayadi va minerallarning amorflanishi sodir bo'ladi. Ezilgan sulfidlarning kimyoviy faolligi boshlang'ich shteynerialga nisbatan 10-16 baravar ko'payadi, natijada faol minerallar normal harorat va bosimda natriy gidroksid eritmalari bilan parchalanadi.

Asarda oltin-mishyak-pirit boyitmalarini flotatsiya ajratishdan oldin girdobli tegirmonda qayta ishlash flotatsiya selektivligini oshirgani ko'rsatilgan. Ta'kidlanishicha, bu oxir-oqibat oltinga boy bo'lgan mishyak boyitmaini ishlab chiqarishga hissa qo'shgan.

Maqolada ta'kidlanishicha, amaliy nuqtai nazardan, ruda xom ashyosini faollashtirish uchun eng samarali vositalar - oltinga boy flotatsion boyitmalarni qayta ishlashda chet elda muvaffaqiyatli qo'llaniladigan abraziv aralashtirilgan tegirmonlar: Avstraliya o'simliklari (Yangi Selibration, Granny Smith, Pegasus Gould va Newcrest Kedia). Janubiy Afrika (Yangi Konsorts Gold Mine), Avstraliya (KCGM), Qirg'iziston (Qumtor).

Yuqorida aytib o'tilganlarga qaramay, mexanik faollashtirish jarayoni mineral xom ashyoni faollashtirish uchun keng miqyosda foydalanishni cheklaydigan bir qator muhim kamchiliklarga ega ekanligini ta'kidlash lozim.

- jarayon yuqori energiya sarfi bilan birga keladi;
- ularning faqat oltin tarkibiga boy boyitmalar uchun qo'llanilishi;
- ishlab chiqarilgan metallning yuqori narxi.

№	Oltin ishlab chiqarish	1992 y	1995 y	2000y	2015	2016
	<i>Dunyo bo'yicha:</i>	2234	2273	2584		
1	Xitoy	112	133	175	450	455
2	Avstraliya	243,5	253,5	296,4	278	270
3	Rossiya	146,1	131,9	142,7	252	250
4	AQSH	322,2	317	355	214	209
5	Kanada	161,4	152	153,8	153	170
6	Peru	18	57,7	132,6	145	150
7	JAR	614,1	522,4	428,3	145	140
8	Meksika	-	-	-	135	125
9	O'zbekiston	64,5	66	88	102	100
10	Indoneziya	46	62,9	140	97	100

2. Ultratovushli (akustik) ta'sir qilish yordamida siyanlash

Ma'lumki, tarkibida oltin bo'lgan rudalar va boyitmalarni siyanlash jarayonining asosiy maqsadi oltinni tanlab eritishdir. Bu jarayon diffuzionidir, chunki u tizim tarkibiy qismlarining bir fazadan ikkinchisiga o'tishi bilan bog'liq. Bunday jarayonning intensivlik koeffitsienti qattiq zarracha yuzasiga (diffuzion qatlamda) tutashgan qatlamdagi eritilgan moddaning boyitmasiyasi va suyuqlikning butun hajmidagi ushbu moddaning boyitmasiyasi qiyshiteynlari o'rtasidagi farqdir. Asarlarda ultratovush ta'sirida qalinligi siyanidlanish jarayonining tezligi bilan cheklangan diffuziya chegara qatlaminin (moddaning zarralari yuzasiga bevosita qo'shni) tabiatini o'zgartirish mumkinligi ta'kidlangan. Ultratovushning asosiy ta'siri muhim turbulent (mikro- makro-) oqimlar, kavitatsiya, tovush bosimi va boshqalar. Bundan tashqari, ultratovushli ta'sir oltin tarkibidagi minerallar yuzasida juda ko'p miqdordagi mikro yoriqlar paydo bo'lishiga yordam beradi. Keyin molekulyar diffuziya tezlashishi ta'siri ostida siyanogen eritmasi va kislorod kapillyarlar orqali minerallarga chuqur kirib, oltinning erishini tezlashtiradi.

Ishlarda oltin tarkibidagi rudalarni siyanlash jarayonining ultratovushli intensivlashuvi ko'rib chiqilmoqda. Gidroakustik, rotatsion-pulsatsiyalash moslamalari

(RPA) yordamida oltinni olish darajasi 2-6% ga, kumush 10-18% ga oshirilib, eritma muddati 6 soatga qisqartirilganligi ko'rsatilgan.

Qog'oz siyanidlanish jarayonini kuchaytirish uchun suyuq sirenalar kabi akustik moslamalardan foydalanishni taklif qiladi. Bunday holda, metall sirtining passivatsiyasidan kelib chiqqan diffuziya omili jarayonning tezligini cheklashni to'xtatadi. Pulpani qisqa muddatli akustik davolash doimiy sonikatsiyadan ko'ra samaraliroq ekanligi ko'rsatilgan.

Maqolada ultratovushni parchalanish va oltingugurt tarkibidagi xom ashyoning loy jinslarini sianlashdan oldin yuvish bosqichida foydalanish samaradorligi ko'rsatilgan. Natijada, ultratovushli davolashni qo'llash loyning tarkibi 70% gacha bo'lgan shiteynerialning parchalanish tezligini 8-10 baravar oshirish imkonini beradi. Mahsulotning keyingi siyanizatsiyasi oltinni olish darajasini 3-5% ga oshirishga imkon berdi.

Asarlarda tabiiy sharoitda qatlam qatlamlarini ultratovush bilan davolashni o'rganish natijalari keltirilgan. Yuvishdan oldin qumlarni ultratovush bilan davolash 90-99% oltinni qayta tiklashni ta'minlaydi.

Qog'ozda sorbsion sianlanish jarayonidan keyin oltinni qayta ishlash zavodining chiqindilaridan tarkibida oltin bo'lgan ko'mirni flotatsion ajratishda ultratovush tekshiruvidan foydalanish samaradorligi ko'rsatilgan. Ultratovush chiqindilaridan oltinni qo'shimcha ravishda 34,3 foizga olishiga yordam beradi.

Ma'lumki, eritmaning ishqoriyligi oshishi bilan ultratovush samaradorligi pasayadi. Buni sxema bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar ham tasdiqlaydi - tarkibida ishqorli oltinga ega pulpani ultratovush bilan davolash va ultratovush yordamida siyanizatsiya. Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu ishlar davomida siyanidlanish va ultratovushli tovushlarni birlashtirish orqali siyanatga qimshteyn tsianidni yo'q qilishdan iborat bo'lgan salbiy ta'sir aniqlandi.

Yuqoridagilarga qaramay, ultratovushli intensivizatsiya ishlab chiqarishda o'z dasturini topmadi. Bu quyidagilar bilan bog'liq:

- elektr energiyasining yuqori xarajatlari;
- amalda yuqori samarali ultratovushli qurilmalarning etishmasligi;

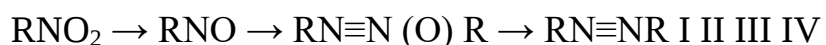
- nafaqat siyanidni siyanogenga, balki aurosiyanogen komplekslarini ham yo'q qilish.

3. Oksidlovchi reagentlar yordamida siyanlash

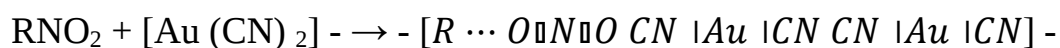
Hozirgi vaqtda, adabiy manbalardan va oltinni qayta ishlash zavodlari tajribasidan kelib chiqib, oksidlovchi reagentlar deb nomlangan va organik va noorganik natriy tuzlari (93-99%), qo'rg'oshin nitratlari (1-5%) va oksidlovchi reagentlar deb ataladigan siyanlanish jarayonini faollashtirish uchun turli xil kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish keng ma'lum. suv (5% gacha): "NBA", "NBA-A", "K", Leach Aid, Leach Well. Oksidlovchi reagentlarning afzalligi ularning yuqori ishlab chiqarish qobiliyatidir: ulardan foydalanish qulayligi, qo'shimcha uskunalar talab qilinmaydi va bundan tashqari, o'rnatilgan texnologik jarayonda uskunalarni almashtirish talab qilinmaydi.

Yuqoridagi tezlatgichlarning dastlabki uchtasi Rossiyada ishlab chiqarilgan aroshteynik nitro birikmalardir. Ushbu tezlatgichlarning ta'sir mexanizmini talqin qilishda sezilarli farqlar mavjud.

Rossiyadagi eng mashhur oksidlovchi agent - nitro birikmalaridan iborat bo'lgan NBA-A. Fizik-kimyoviy tadqiqotlar "NBA-A" ta'sirining mumkin bo'lgan mexanizmini taklif qildi. Ma'lumki, nitro birikmalari nitrooksidantlar bo'lib, ularning kamayishi umuman mahsulot - azoksi va azo birikmalar hosil bo'lishiga olib keladi:



Ushbu birikmalar ishqoriy muhitda aminlar va gidroksilaminlar bilan oraliq nitroso birikmalarining kondensatsiyasi natijasida hosil bo'ladi. Bundan tashqari, ma'lumki, aroshteynik nitro birikmalari Au (I) komplekslarini barqarorlashtiradi, chunki ular kuchli muvofiqlashtiruvchi ta'sirga ega. Ushbu ikki jarayonning sinergiyasi - oksidlanish va komplekslanish oltinni NaCN eritmasida quyidagi reaksiyaga muvofiq qo'shimcha oltin koordinatsiyasi bilan eritishga imkon beradi deb taxmin qilinadi:



Ishda kinetik tadqiqotlar Rossiyada ishlab chiqarilgan "NBA-A" birikmasining oksidlovchi reagent sifatida samaradorligini tasdiqladi.

"Irgiredmetom" OAJ "Pokrovskiy Rudnik" OAJ tegirmonida ishlab chiqilgan texnologik sxema bo'yicha konus apparatida "NBA-A" brendining reagent-oksidentidan foydalanish samaradorligini namoyish etdi. Sinov natijalari asosida metall balansi tuzildi. Boyitmadagi hisoblangan dastlabki oltin miqdori 116 g / t ni tashkil qiladi, oltinning olinishi 92,1% ni tashkil qiladi.

Zapadnoye, Andreevskoye, Tokur, Mnogovershinnoye va Verxne-Alinskoye konlaridan tortish kuchi boyitmalarini siyanlash bo'yicha tadqiqotlar NBA, NBA-A va K markalarining oksidlovchi reagentlari yordamida olib borildi, shuning uchun oksidlovchi reagentlar ishtirokida yuvilib ketish jarayonni kuchaytirishga imkon berdi. moddiy tarkibidan qat'i nazar, barcha turdagi boyitmalarni qayta ishlashda siyanidlanish. Tiklanish 4,3-18,3 foizga oshdi. Shu bilan birga, jarayon davomiyligining ikki baravar qisqarishi kuzatildi. Ushbu tezlatgichlardan foydalanganda oltinni qazib olish stavkalari chet elda sanoatda ishlatiladigan Leach Well brendining xorijiy tezlatgichidan foydalanganda olingan ma'lumotlarga deyarli mos kelishi aniqlandi.

Leach Well hozirda Union Reef zavodidan (Janubiy Afrika) tortishish boyitmalarini qayta ishlashda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Oltinni qazib olish 99,3% tashkil etganligi aniqlandi. Ishda oltinni qazib olish hajmi 15-20 foizga o'sganligi ko'rsatilgan.

Ushbu tezlatgichlarning kamchiliklari shundaki, ular erkin siyanogen ionlari va oltinning siyanid komplekslarini parchalaydi, bu esa qimshteyn natriy siyanid erituvchi reaktivining yuqori xarajatlariga olib keladi.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan oksidlovchi reaktivlar siyanidlanish jarayonini yuqori samaradorlik bilan kuchaytirishi mumkin. Biroq, ular sanoatda hali keng qo'llanilishini topmadilar. Asosiy kamchiliklar:

- ekologik xavf;
- yuqori narx;
- tarkibida oltin miqdori yuqori bo'lgan ma'danlar uchun amal qilish darajasi;

- siyanid va aurosiyaninning oksidlanishi (eritmada siyanidning past boyitmasiyasida);

Ro'yxatda keltirilgan kamchiliklarga qaramay, eng samarali va unchalik xavfli bo'lmagan oksidlovchi reaktivdan foydalanishni qidirish ishlari olib borilmoqda.

4.Kuchli aralashtirish bilan eritish

Suyultirishni intensivlashtirishning istiqbolli usullaridan biri bu aralashtirish tezligini oshirish, tarkibida oltindan tarkib topgan minerallar qatlamini faollashtirish va ularni yo'q qilish orqali siyanlash jarayonini o'nlab marta tezlashtiradigan samarali aralashtirish uchun uskunalardan foydalanish ekanligi haqida dalillar mavjud: tebranish bilan yuvib tashlash; shishani yuvish.

Ishda eksperimental tarzda aniqlanganki, xlorli piritli shlaklarni eritib yuborish jarayonlariga tebranish kiritilishi mis va ruxning erishi davomiyligini 10-15 baravar, temir va qo'rg'oshinni kalay boyitmalaridan yuvish vaqtini 6-2 soatdan 15-4 minutgacha qisqartiradi. Ushbu ishda, qimshteynbaho metallarni eritishda samarali aralashtirish uchun uskunalardan foydalanish jarayonga foydali ta'sir ko'rsatishi ta'kidlangan. Oddiy aralashtirish va samarali aralashtirish uchun uskunalardan foydalangan holda tarkibida ba'zi oltin tarkibidagi rudalar va boyitmalarni siyanlash natijasida eritmaning davomiyligi 8 soatdan 15 daqiqagacha pasayganligi aniqlandi.

Flotatsion qoldiqlardan va oltingugurtdan qovurilganidan so'ng, oltinni samarali aralashtirish uchun uskunadan foydalangan holda, oltinni olish hajmining 30 foizga o'sishiga erishildi. Jarayon atigi 10 daqiqa davom etdi. o'n to'qqiz

Qog'ozda ushbu usulning samaradorligi to'g'risida taxminlar mavjud bo'lib, u uni rudalardan oltin ajratib olishda foydalanish istiqbollari ko'rsatadi. Ushbu ishda oltinni qazib olish texnologiyasida samarali aralashtirish uchun ideal uskunalar tegirmon, ya'ni. silliqdash davridagi siyanidlanish. Bundan tashqari, siyanid ishtirokida (ho'l) frezalash jarayonida oltinni qayta tiklash uchun pakkazadan foydalanmaslik mumkinligi ta'kidlangan.

Ammo, o'sha mualliflarning boshqa bir ishida, o'g'utme va siyanlashma jarayonlarini birlashtirganda, ma'dan tarkibiga qarab, kislorodning katta qismi javhar tarkibiy qismlari bilan o'zaro aloqada bo'lishga sarflanishi va oltinning erishi uchun faqat

kichik bir qismi qolishi ta'kidlangan. Shunga asoslanib, silliqdash tsiklida siyanidlanish faqat pulpani aralashtirish masalasini hal qilishi mumkin degan xulosaga kelish mumkin.

Nazorat savollari

1. Oltin metallurgiyasidagi yangi texnologiyalarga nimalar kiradi?
2. Kuchli aralashtirish bilan eritish turlariga nimalar kiradi?
3. Akustik ta'sir deganda nima tushuniladi?
4. Flotatsiya jarayoni diganda nima tushuniladi?
5. Mineralli oltin rudalariga nimalar kiradi?

IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1- AMALIY MASHG'ULOT: QORA METALLURGIYADA YANGI MATERIALLAR.

REJA:

- 1. Temirni rudadan bevosita olish jarayonining roli va ahamiyati**
- 2. Qalin va yupqa qavatda gaz xolatidagi tiklovchilar yordamida g'ovaksimon temir ishlab chiqarish**
- 3. Qisman metallashgan temir ruda xomashyolarini metallashda yo'ldosh jarayonlar**
- 4. Oksidlarning tiklanish jarayonlari. Oksidlarning kinetik tiklanishi**
- 5. Temir oksidlarining tiklanish jarayonlari**

Tayanch so'z va atamalar: Metallashgan materiallar, gaz xolatidagi tiklovchilar, Domnada eritish, truba aylanmali pechlar, gazning diffuziyalanishi, kuydirish, Le-Shatele printsiipi, fizik adsorbtsiya, qisman metallashgan temir, aglomerat, metal kurtaklari.

Temirni rudadan bevosita olish jarayonining roli va ahamiyati

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

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

Oxirgi yillarda bu usullar ko'pchilikni qiziqтира boshladi, chunki bu usullar koksni tejashdan tashqari temirni o'ta boyitish (70-71.8 %) va oltingugurt va fosfor singari zararli elementlardan yuqori darajada tozalash imkonini beradi. Masalan, Lebed konlaridagi rudadan olinayotgan temir kontsentratiidagi oltingugurtning

miqdori 0.01 % dan va fosforning miqdori esa 0.003 % dan kam bo'lib, bundan tashqari boshqa zararli qo'shimchalardan xam xolidir. Tabiiyki, yuqorida aytib o'tilgan turli xil zararli qo'shimchalardan tozaligi domna pechida eritilganda foydalanib bo'lmaydi. Chunki fosfor va ayniqsa oltingugurt koks bilan birga ko'p miqdorda kirib keladi. Shuning uchun yuqori darajada boyitilgan temir kontsentratidan po'lat ishlab chiqarish, xamda temir kukuni olishda domna pechi yordamisiz temirni g'ovak shaklida olish usullaridan foydalangan maqul.

Metallashning turli usullarni texnika-iqtisodiy baholash shuni ko'rsatadiki, temirni ajratib olish uchun sarflanadigan xarajatlar temirni aniq bir darajada ojrati olingandagina minimal bo'lishi mumkin. Bu daraja temirni rudadan 60-80 % gacha ajratib olishni tashkil qiladi. Agar temir ajratib olishda ushbu daraja kamayib yoki ko'payib ketsa sarf-xarajatlarning xam ko'payib ketishiga olib keladi. Bunday darajada metallash po'lat va po'lat kukuni ishlab chiqarish uchun etarli emas. Uni faqatgina domna pechi uchun qabul qilish mumkin. Po'lat ishlab chiqarish va kukunli metallurgiya uchun iliji boricha yuqori darajada metallash zarur bo'ladi. Bu esa juda xam ko'p sarf-xarajatni talab qiladigan boshqa jarayondan foydalanishga olib keladi.

Shunday qilib, qullanilishi bo'yicha metallashgan shixtani quyidagi uchta guruxga bo'lish mumkin:

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

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

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

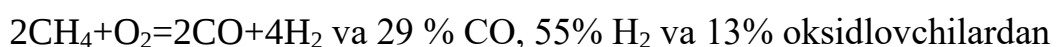
Temirni rudadan bevosita olish jarayonlari uchun qattiq yoki gazsimon tiklovchilar ishlatiladi. G'ovaksimon temr ishlab chiqarish uchun, xozirgi kunda temirni bevosita tiklashning ko'p sonli jarayonlari rivojlanib bormoqda. Shu vaqtning o'zida tarkibida temir bo'lgan materiallardan bevosita temir olish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

Qalin va yupqa qavatda gaz xolatidagi tiklovchilar yordamida g'ovaksimon temir ishlab chiqarish

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

Xozirgi kunda shaxtali pechlar ishlab chiqarish quvvati 5-9 t/m³ sutkaga teng bo'lib, bu domna pechdan 2-4 marta tezroq temir ajratib olish demakdir. SHaxtali pechlar xajmi unga hozirgi kunda uncha katta emas, ya'ni 100-200 m³ (pech balandligi 10-14 m va diametri 3,5 metrga yaqin). Bu esa pechning sutkalik ishlab chiqarish unumdorligi 1000-1500 t temir ajratib olish imkonini beradi.

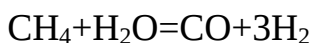
Shaxtali pechlarda temir olishning ko'p usullari mavjud bo'lib, shulardan ikkitasini, ya'ni sanoatchilikda qo'llaniladigan turlarni ko'rib chiqamiz. Ulardan biri shaxtali pechlarda kislorodda to'liq yonmagan tabiiy gaz yordamida temirni ajratib olish jarayonidir. Temirni ajratib oluvchi gaz kislorod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



(H₂O va CO₂) tashkil topgan gaz olinadi. Ba'zi xolatlarda olingan gaz issiq bo'lib, boshqa holatlarda esagazni oksidlovchilardan tozalanadi va qizdiriladi. Qizdirilgan gaz pechga 10-12 furma yordamida uzatiladi va okatishlangan mahsulotdan temirni ajratib oladi. Jarayon kechayotgan xajm pechning 0,6 qismini tashkil qiladi. Jarayon yuz berayotgan qismdan pastda okatishlangan maxsulot aylanma gaz yordamida sovutiladi. Qayta ishlangan gaz pechga 400 kPa bosimda uzatiladi. Temir ajratib olinayotgan, ya'ni jarayon kechayotgan qismda harorat 850-900 °C ni tashkil qiladi. Pechdan gaz harorati 300-400 °C bo'lgan holatda chiqib ketadi. Sovutilgan okatish holatidagi mahsulot pechdan to'xtovsiz elektr pechga

po'lat ishlab chiqarish uchun uzatib turiladi. 1 tonna ajratib olingan temir uchun 550 m³ gaz sarflanadi. Umumiy gaz sarfi esa 2000 m³ ni tashkil qiladi. Temirni ajratib olish darajasi 95 %.

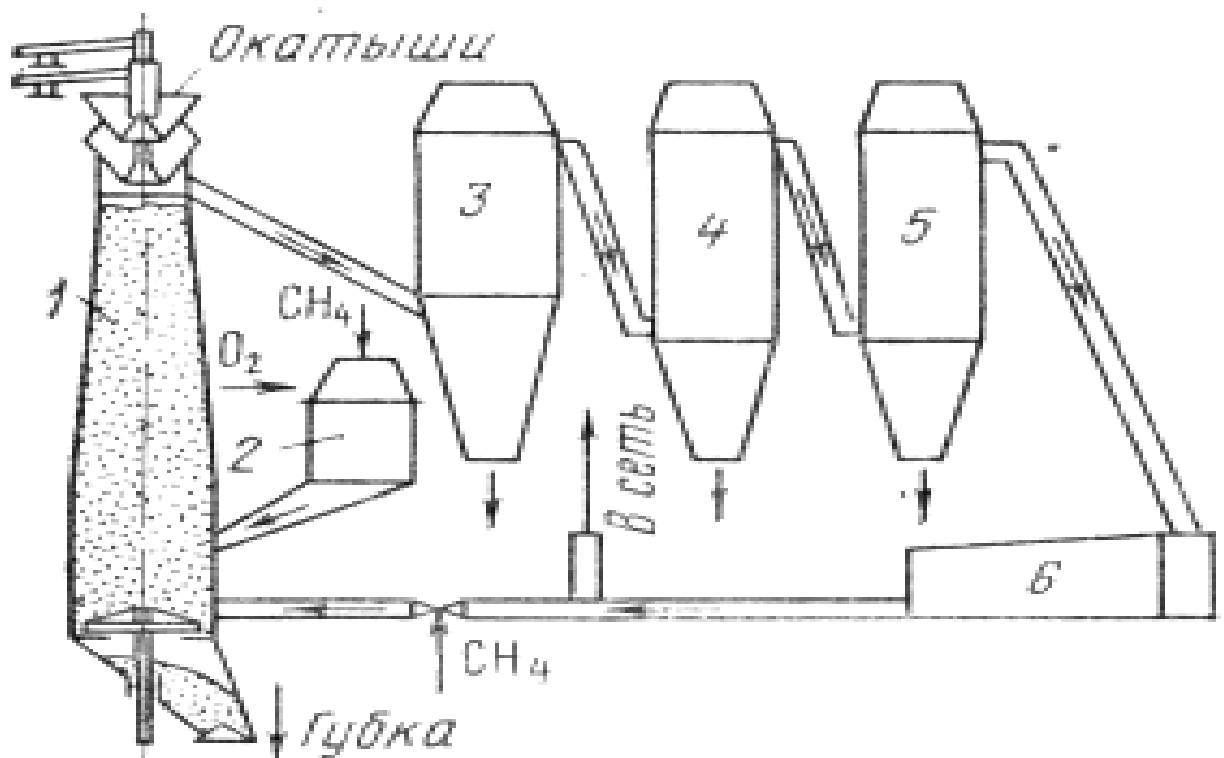
“Midlen Ross” firmasi ishlab chiqqan usulni ham ko'rib chiqamiz. Bu jarayonda ishlatilgan gaz yuqorida aytib o'tilgan jarayon uchun kerak bo'lgan gazdan farq qiladi va $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = 2\text{CO} + \text{H}_2$ reaksiya amalga oshiriladi. Ushbu gaz 35% CO va 65% H₂ ni tashkil qiladi va pechga 1000 °C haroratda uzatiladi. Gaz sarfi 400 m³ ni tashkil qiladi. Ushbu jarayon Oskoldagi elektrda po'lat olish kombinatida amalga oshirilgan. Birinchi sanoatda ishlatiladigan pechlar 1957 yil Monterreyda ishga tushirilgan va 1960-1967 yillarda, keyinchalik esa Pueblo shaxrida. Ushbu pechlarning ishlab chiqarish quvvati 700 t/sutkaga etadi. Bu jarayonlar uchun gaz ushbu reaksiya yordamida olinadi:



Avval gaz oltingugurtdan tozalanadi. Tayyor gaz 14% CO, 58% H₂, 21% H₂O va 4-5% CO₂ moddalaridan tarkib topgan. Bu gaz suvdan ajratuvchi pechdan o'tkaziladi. Quruq gaz 73% H₂, 15-16% CO va 6-7% CO₂ ni tashkil qiladi.

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

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



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

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

Yupqa qavatlangan holatda gaz yordamida g'ovak temir olish.

Ushbu jarayon odatda xarakatlanayotgan panjara ustki qismida aglomerat olish jarayonini eslatuvchi usulda amalga oshiriladi. Bu jarayonda gaz balandligi 200-300 mm bo'lgan yupqa qavatdan yuqoridan pastga o'tkaziladi. Konveyer lentasida bo'lib o'tayotgan jarayon 3 qismga bo'linadi:

- Qizdirish.
- Temir ajratib olish.
- Sovutish.

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

Qattiq uglerod yordamida temirni ajratib olish.

Temirni ajratib oluvchi sifatida toshko'mir va koksdan foydalaniladi. Pechga temirni ajratib oluvchini uzatish usuliga qarab jarayon 3 ga bo'linadi: tarkibida ko'mir bo'lgan okatishlangan temir rudasidan temir olish.

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

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

Ushbu usulda okatish tarkibi quyidagicha: Temir rudasi, dolomit yoki oxaktosh 0,8-3,0 mm. Dolomit va oxaktosh oltingugurtdan tozalash uchun qo'shiladi. Pech sifatida trubasimon pech ishlatiladi yoki ushbu ketma-ketlikda agregatlar joylashuvi: qizdirish panjarasi – trubasimon pech – aylanib turuvchi trubasimonsovtgich. 1 tonna uchun 350-600 kg qattiq yoqilg'i va 75-100 m³ tabiiy gaz sarflanadi.

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

bir biriga aralashmaydigan qavatlarda qattiq uglerod yordamida g'ovakli temirni ajratib olish.

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

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

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

6.2. Qisman metallashgan temir ruda xomashyolarini metallashda yo'ldosh jarayonlar

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

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

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

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

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

3. Rivojlanayotgan davlatlar metallurgiya soxasida kam quvvatli rentabelli zavodlar qurish extiyojining paydo bo'lishi, qaysiki buning natijasida etarli darajada ishlab chiqarish programmasini va maxsulotlar assortimentini o'zgartirish imkoni mavjud bo'ladi. Metallurgik ishlab chiqarishning yangi sxemasi, iqtisodiy tejamkor, i/ch quvvati 0,1-1,0 mln.t. "mini-zavod"lar yaratish muommosini hal etadi.

4. Ekologik jixatdan avzalliklari.

Ananaviy sxemadan fraqli ravishda atrof muhit uchun xavfsizlik mutloq kafolatlanadi.

Po'lat eritish pechlarida metallashgan materiallarning metallashganlik darajasi 80 % dan kam bo'lmasligi kerak, ya'ni tiklanish darajasi ancha yuqori. Bunda metallashtirish samaradorligi tiklash usuli va qo'llanilayotgan agregatga kuchli bog'liq bo'ladi. Xozirgi vaqtga qadar sanoat maqyosidagi keng tadqiqotlar uch xil tipdagi agregatlarda olib borilgan: a) uzliksiz va davriy ravishda ishlovchi shaxtali dastgoxlar;

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

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

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

2. Qattiq faza xududlarida tiklanish jarayonida zararli elementlarning (P,S,Ar,Cu i dr.) yo'qolishi amaliyotda sodir bo'lmaydi. Elektropechlarda eneergiyaning yuqori sarfisiz sifatli po'lat olish uchun dastlabki materialda bu elementlarning tarkibi kam bo'lishi talab qilinadi. SHuning uchun ikkinchi sharoit

bilan metallashgan materiallar olishda, dastlabki temir tarkibli boyitma tarkibida zararli elementlarning miqdori 0,01-0,02% dan oshmaydi.

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

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

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

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

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

Bu sharoitlar hamma xududlarga xam mos kelavermaydi. SHubxasiz bu jarayon sifatli po'lat ishlab chiqarishda iqtisodiy samarali xisoblanadi.

Xozirgi kungacha ko'plab polimetal tarkibli rudalardan oxirigacha foydalanilmayapti, yoki ulardan faqat qaysidir birgina element ajratib olinmoqda.

Mana shunday rudalar uchun chiqindisiz texnologiyalar judayam muhim. SHu turdagi rudalarni samarali qayta ishlashning ratsional yo'llaridan biri temir oksidlarini metallashtirish va undan so'ng qolgan tashkil etuvchilarini ajratib olish xisoblanadi. Bunday turdagi rudalarni metallashtirish uchun qattiq tiklovchilardan foydalaniladi, temirni boshqa komponentlardan aniqlovchi omil bo'lib, harorat xizmat qiladi. Bunda harorat shunday tanlanadiki, faqat temir oksidlarigina metall xoligacha tiklanadi, qolgan elementlar esa oksid formada qoladi.

Oksidlarning tiklanish jarayonlari. Oksidlarning kinetik tiklanishi

Oksidlarining tiklanishi murakkab va ko'p bosqichli jarayon xisoblanadi.

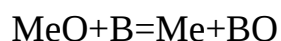
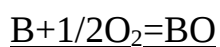
Umumiy xolda xar qanday tiklanish jarayonini ko'rib chiqqanda ikkita asosiy muommoni hal etish tilab qilinadi.

Oksiddan kislorodni olib tashalashga qaratilgan kimyoviy ta'sirlashish mexanizmi qanday muxitda boradi?

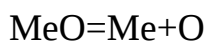
Jarayonning sxemasiga bog'liq ravishda, jarayonning umumiy tezligini aniqlovchi qaysi bosqich eng sekin boradi.

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

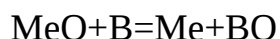
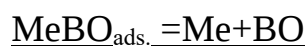
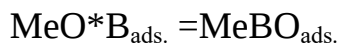
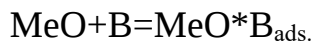
A.A.Baykov birinchilardan bo'lib oksidlarning tiklanish mexanizmi sxemasini quydagicha deb taklif bildirgan:



Jarayon ikkita bosqichdan tashkil topgan: metal oksidining MeO dissosatsiyalanishi va tiklovchining oksiddagi kislorod bilan oksidlanishi. Ta'kidlash kerakki, dissotsiatsiya aynan (1) sxema orqali o'tishi kerak emas. Dissotsiatsiya atomar kislorod ajralishi bilan borishi xam mumkin:



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



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

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

- Tiklovchi gazning temir ruda material bo'laklari yuzasiga urilishi (tashqi diffuziya);
- Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanishi;
- Tiklovchi gazning oksid yuzaiga adsorbtsiyanishi;
- Tiklovchi gaz yoki ionlarning qattiq fazaga diffuziyalanishi;
- Oksid molekulasidan kislorodni olish xususiy kimyoviy reaksiyasi;
- Metal fazasi kurtaklarining xosil bo'lishi (zarodyshey);
- Tiklanish maxsulotlari desorbtsiyasi;
- Tiklanish maxsulotlarining bo'lakcha kovaklaridan chiqarilishi;

Gazning tashqi diffuziyasi.

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

$$J=-D \left(\frac{\partial c}{\partial x} \right) \quad \frac{\partial c}{\partial \tau}=\frac{\partial}{\partial x} \left(D \left(\frac{\partial c}{\partial x} \right) \right)$$

Bundan tashqari, temir tarkibli ruda materiallari bo'lakchalaridan o'tuvchi gazning xarakatlanish paytida konvektiv diffuziya sodir bo'ladi, bu esa sistemaning aloxida uchastkalarida xar xil zichliklarga egaligi bilan asoslanadi. Bunday diffuziya faqatgina xarakatdagi muxitda kuzatiladi. Diffuziya tezligi oqim xarakatining xarakteriga bog'liq oqim xarakati laminar i turbulent bo'lishi mumkin. Kuzatilayotgan diffuziya tezligi quydagi formula bilan aniqlanishi mumkin

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

Tashqi ko'chishni baxolashda odatda o'xshashlik kriteriyasidan foydalaniladi. Reynolds kriteriyasi xarakatdagi muxitning yopishqoqligi bilan inertsia kuchi orasidagi munosabatni xarakterlaydi.

$$Re=fud/\eta,$$

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

Pekle kriteriyasi konvektsiya (udc/dx) va diffuziya (Dd^2c/dx^2) xisobiga ko'chuvchi moddaning miqdorini xarakterlaydi:

$$Pe=ud/D, \text{ gde } D- \text{ gazning diffuziya koeffitsienti}$$

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

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

Material bo'lakchalari kovaklarida gazning diffuziyalanishi.

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

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

Bu erda, d- kovakning «foydali» o'lchami (r – kovakning aylanasi), diffuziya oqimi esa (1 sekunda 1m² yuzadan o'tuvchi moddaning mollari miqdori) quydagicha ifodalanadi.

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

Bu erda ΔR –diffuziya yo'li boshi va oxiridagi gaz bosimlarining farqi; L-kovak uzunligi.

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

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

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

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

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

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

Adsorbtsiya

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

Oksid molekulasiga urilgan gaz molekulalarining urilishlar sonini quydagi ifodadan aniqlash mumkin.

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

Bu erda R_i -tiklovchi gazning partsial bosimi; M_i -tiklovchi gazning molekulyar masssi; N_L -loshmid soni, mol^{-1} .

Masalan, vodorod uchun 1000°C da va 98KPa da urilishlar soni $Z_i = 5 \cdot 10^{23}$ urilish/($\text{sm}^2 \cdot \text{s}$).

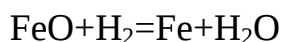
Gaz bilan qattiq material orasidagi ta'sirlashish kuchining o'lchami va turiga qarab 2 guruxga bo'linadi: fizik adsorbtsiya va xemosorbtsiya. Fizik adsorbtsiyaning samaradorligini gaz zarrachalari bilan o'zaro ta'sirlashish kuchi belgilaydi. Xemosorbtsiyada o'zaro ta'sirlashish kimyoviy bog'larda nomoyon bo'ladi. Bu vaqtda fizik adsorbtsiyada adsorbtsiyaning issiqligi 10kJ/mol dan oshmaydi, xemosorbtsiyada adsorbtsiya issiqligi kattaligi $800\text{--}900\text{ kJ/mol}$ bo'ladi.

Fizik adsorbtsiya rudalarni tiklanish jarayonini limitlavchi bosqich xisoblanmaydi.

Qattiq fazadagi jarayonlar.

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

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



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

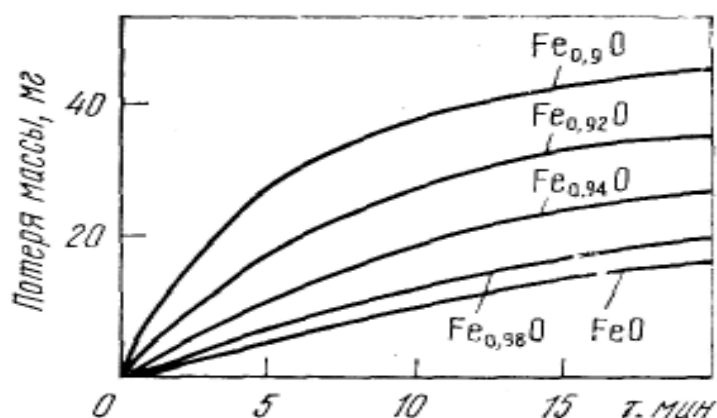
Tiklanishning umumiy tezligiga eng past okidning diffuziyasi ta'sir qiladi. Ichki qavatlardagi diffuziya tiklanish tezligiga ta'sir qilmaydi.

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



Tiklanish jarayoning qattiq fazadagi reaksiyalarsiz tasavvur etib bo'lmaydi. Qattiq oksid xajmining 10 % i tiklovchi gazni o'zidan o'tqazishi mumkinligi xisoblashlar yo'li bilan topilgan. SHuning uchun dasdiqlash joyizki, tiklanishning xoxlagan sharoitlarida, uni limitlovchisi qattiq fazadagi reaksiyalar xisoblanadi.

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



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

Fazalar chegarasida reaksiya.

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

Mak-Kevan ifodasini, tiklanish darajasi $R=1-r_i^3/r_0^3$ ni xisobga olgan xolda quydagicha yozish mumkin:

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

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

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

Metal kurtaklari xosil bo'lishi.

Oksiddan kislorodni olib tashlashda, metal yuzasida Me-O munosabatining o'zgarishi sodir bo'ladi. Birinchi erkin metal aloxida kurtak xolida ajralib chiqadi. Kurtaklarning soni va tarqalishi oksid yuzasi strukturasiga bog'liq. Kurtaklarning o'sishi uchun metalning kisloroddan ajralgan joydan kurtakgacha transportirovasi bo'lishi kerak. U metal ionlarining oksid yuzasi bo'ylab diffuziyanishi yo'li bilan amalga oshadi. Kislorodning ajralish va metalning diffuziyanish tezligi quydagicha aniqlanadi; irinchi kurtaklar xosil bulayotgan xududlarda kurtakning metal bilan tuyinishi kuzatiladimi yoki yukligi; kurtaklarning zichligi ortishi bilan. Kurtaklarning turi formasi va ularning rivojlanishi kurtaklarning zich kavatlarga yoki gubkaga aylanishi bilan aniklanadi.

Metalgacha tiklanishda kovak gubkalar xosil bulishi kuzatiladi.

Umuman olganda kurtaklar xosil bulishi, xosil bulayotgan kavatlar strukturasini o'zgartirib, tiklanish jarayoni kinetikasiga ta'sir qiladi.

Tiklanish jarayoni va uning limitlovchi bosqichi.

Tiklanish jarayonining aloxida bosqchlarini kurib chiqib, quydagicha xulosalar chiqarish mumkin: jarayon tezligini limitlovchi bosqichlar uchga bulinadi, kovaklarga gazning diffuziyanishi, fazalar chegarasidagi kimyoviy reaksiya va qattiq fazadagi jarayonlar.

Temir tarkibli materiallar ichki yuzasining tiklanish jarayonida qatnashish darajasi bulakchalarda gazning diffuziyanish tezligi va uning kovak yuzasiga reaksiyasi munosabatlariga boglik. Agar diffuziyanish tezligi tiklovchining qattiq oksid bilan xususiy reaksiyasi tezligidan ortib ketsa, unda SO va N₂ larning kovaklardagi kontsentratsiyasi bo'lakcha yuzasidagi kontsentratsiyadan farq qilmaydi va jarayonda

xamma yuza qatnashadi. Bunday rejim kinetk rejim deb nomlanadi. Gazning qarama-qarshi munosabatda kovaklardagi diffuziyasi bilan kimyoviy reaksiyasiga ichki diffuzion rejim deyiladi.

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

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

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

R – radiusli shar uchun φ

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

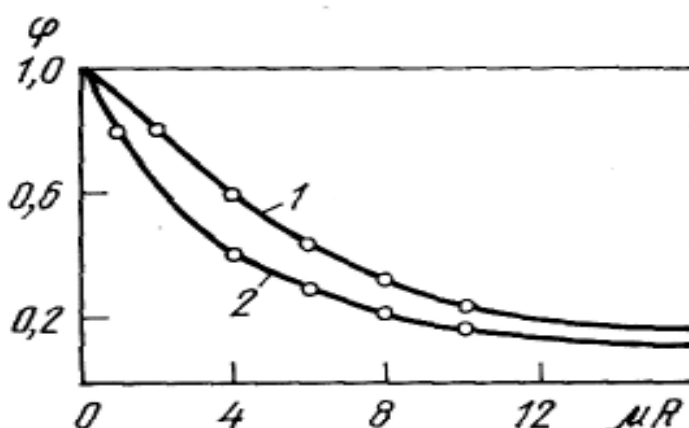
Qalinligi 2L bo'lgan plastina uchun

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

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

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

Bu erda x-koordinata kovak o'rtasidan shar markazigacha bo'lgan masofa. Hisob natijalari 1.3-rsmda keltirilgan.



1.3-rasm. Ichki yuzadan foydalanilish darajasi hisobi natijalari:

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

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

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

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

$$S=\sqrt{\kappa\alpha / D\beta} *R,$$

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

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

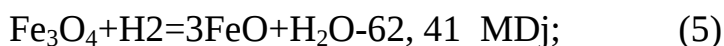
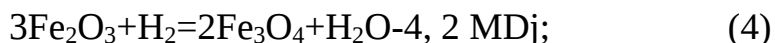
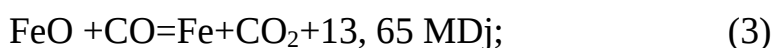
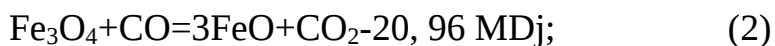
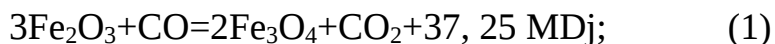
Temir oksidlarining tiklanish jarayonlari

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



(570 °C dan yuqori) yoki $\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad \text{Fe}_3\text{O}_4 \quad \text{Fe}$ (570°C dan past).

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



Bu reaksiyalarning har biri uch komponenli va uch fazali reaksiyalar xisoblanadi. Binobarin, ularning xolatini xarakterlovchi kattaliklaridan (umumiy bosim, harorat, tiklovchi va tiklanuvchining partsial bosimi) faqat ikkitasi o'zgarishi

mumkin, qolganlari ularning funktsiyalari xisoblanadi. Le-Shatele printsiptini inobatga olsak, u xolida reaksiya muvozanati umumiy bosimga bog'liq emasligini ko'rishimiz mumkin.

$$K=f(T)=P_{CO_2}(H_2O)/P_{CO}(H_2) \quad (7)$$

va (4) reaksiyalar uchun mos ravishda

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

va (5) reaksiyalar uchun mos ravishda

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

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

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

$$\lg K_r = 1190/T - 1,26 \quad (10)$$

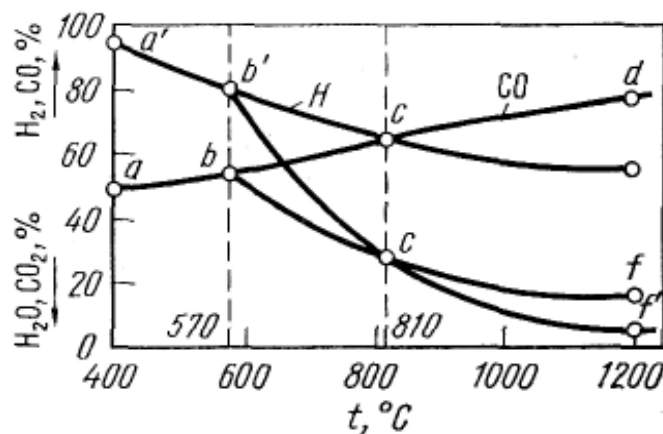
reaksiya endotermik, shuning uchun reaksiya muvozanati o'nga siljiydi.

$$\lg K_r = -690/T + 0,405 \quad (11)$$

Magnetitning temirgacha tiklanish reaksiyalari:

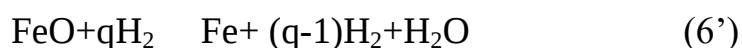
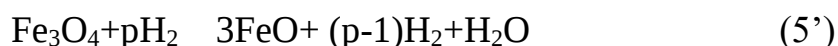
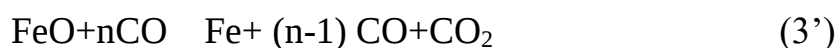
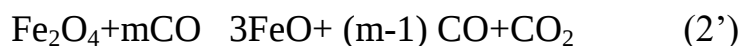


1-6 reaksiyalarning grafik ifodasi quydagi rasmda keltirilgan. (1)-(6), (14), (15) reaksiyalar uchun diagrammada har bir liniyada gaz fazasining tarkibi haroratga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'ramiz.



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

Liniya a-b (14), b-f(2), b-d (3), a'-b'(15), b'-f'(5), b'-d'(6). (1) va (4) reaksiyalarining liniyalari diagrammada yo'q, chunki chunki ular abstsisa o'qiga juda yaqin. Diagramma temir oksidlarini to'liq tiklash uchun kerak bo'ladigan gazning tarkibi haqida ma'lumot beradi. Tiklovchi gazning ortiqchaligini inobatga olsak (2), (3), (5) va (6) reaksiyalar quydagicha ko'rinishga ega bo'ladi.

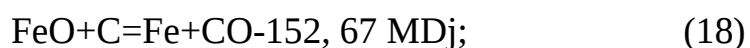
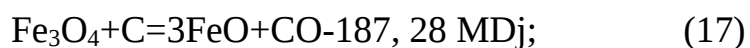


reaktsiya uchun 800°C da gazning muvozanat tarkibida 70% SO va 30% SO₂, shunda $K=1/(n-1)=30/70$; $n=10/3$ bo'ladi. Shu kabi tiklash uchun 1 mol tiklavchi emas, balki 1/3 mol tiklovchi talab etiladi.

Egri chiziqlarning tahlili temir oksidlarining uglerod oksidi bilan tiklanish jarayonini shartli ravishda ikki "yengil" va "qiyin" jarayonlarga bo'linishini ko'rsatadi. Birinchi engil bo'lakga temirning yuqori oksidlarining tiklanishini, ikkinchi qiyin bo'lakga esa, FeO ning tiklanishi kiradi. (1) va (2) reaksiyalarning borishi uchun gazli muhitda tiklovchi gazning yuqori miqdori talab etilmaydi. FeO ning tiklanishi gaz fazasida SO ning yuqori konsentratsiyasi bilan boradi.

(1)-(6) reaksiyalar 6.4-rasmda temir oksidlarining vodorod va uglerod oksidlari bilan tiklanish termodinamikasida farq borligini tasvirlaydi. 810oC dan past harortda vodorod SO ga qaraganda ancha kuchsiz tiklovchi xisoblanadi, modomiki aralashmada N₂ ning konsentratsiyasi uglerod oksidining miqdoridan oshiqcha bo'ladi. 810°C dan yuqori haroratlarda N₂ kuchli tiklovchiga aylanadi.

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



(18) reaksiya uchun

$$\text{LgKr} = -7730/T + 7,84 \quad (19)$$

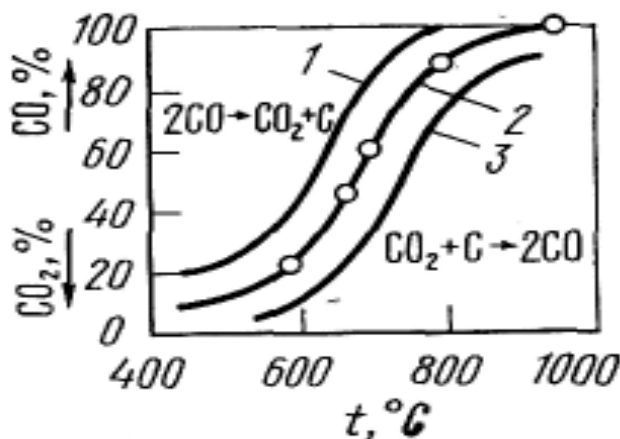
Manfiy issiqlik effektining yig'indisi effekt 4240 kDj/kg temir.

Qattiq uglerod ishtirokidagi temir oksidlarining tiklanishini taxlil qilishda

C-CO-CO₂ sistema muvozanatini inobatga olish zarur.



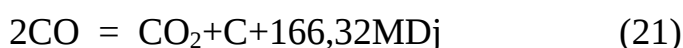
(20) reaksiya uglerodning gazifikatsiyalanish reaksiyasi yoki Bella-Buduar reaksiyasi deyiladi va bosimga bog'liq. Bosim ortganda muvozanat chapga siljiydi, 1.5-rasmda reaksiyaning xolat liniyalari keltirilgan.



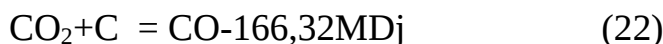
1.5-rasm. Bosim, kPa: 1 – 50; 2 – 100; 3 – 150 bo'lganda C – CO – CO₂ sistema muvozanati.

(20) reaksiya qaytar reaksiya xisoblanadi. Muvozanat egri chizidan chap tomonda reaksiya uglerod oksidi parchalanishi

tomonga boradi:

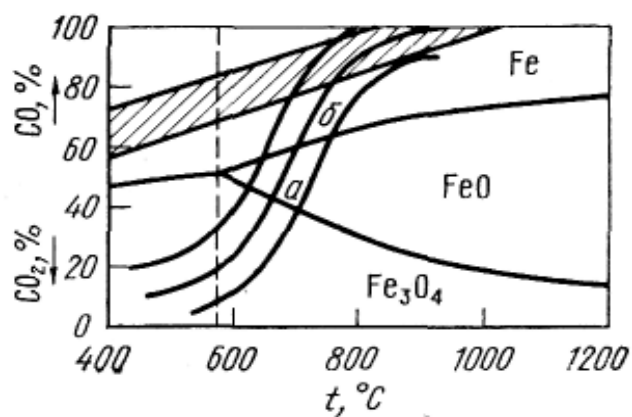


O'ng tomonda esa uning xosil bo'lishi bilan boradi:



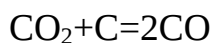
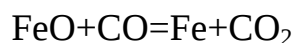
Modomiki, reaksiyaning borishi bosimga bog'liq ekan rasmda bitta gazning liniyachi emas, balki hamma gazlarning liniyalari keltirilgan.

Gaz yuqori harorat rayonlarida SO dan tashkil topadi, tiklashga shaxtali pechga kirayotgan gaz 15-16% SO₂ i 19-20% SO tarkibga ega bo'ladi yoki SO+SO₂ yig'indisiga qayta hisoblanganda 40-45% SO₂ i 55-60% SO. Pechda gazning real tarkibining o'zgarish dipozoni shtrixlangan. 1.6-rasmda Fe-O-CO i C-CO-CO₂ muvozanat sistemaning birlashgan diagrammasi keltirilgan.



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

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



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

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

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

(23) reaksiya to'g'ridan to'g'ri tiklanish mexanizmini tushuntirish uchun qulay sxema xisoblanadi.

Nazorat savollari.

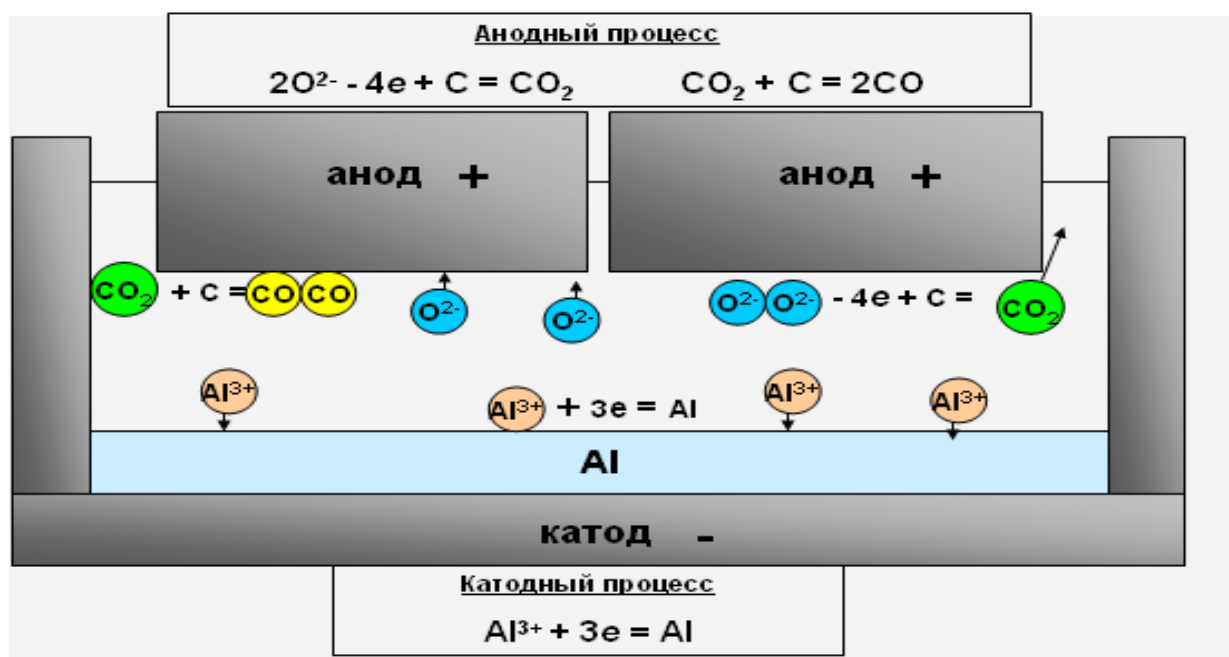
1. Termodinamika qonunlarini bilasizmi?
2. Tiklovchi gazning bo'lakcha kovaklari orqali ularning yuzasiga diffuziyalanshi?
3. Gazning tashqi diffuziyasi?
4. Adsorbtsiya nima?

5. Qattiq fazadagi jarayonlarga misollar keltiring.
6. Fazalar chegarasida qanday reaksiyalar oqib o'tadi?

2-AMALIY MASHG'ULOT: ALYUMINIY ELEKTROLIZ JARAYONINING TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI HISOBLASH.

Alyuminiy ishlab chiqarish uchun elektr energiya katta xarajatlarni talab qiladi, va uning elektr energiyasini iste'molini kamaytirish alyuminiy ishlab chiqarish sanoatining eng muhim masalasidan biri hisoblanadi. Shuning uchun elektroliz jarayonining qaysi qismlarida elektr energiyasi yo'qotilishi sodir bo'ladi, va ular bilan bog'liq bo'lgan sabablarini bilishimiz kerak.

Elektr energiya balansini hisoblashda elektroliz qurilmasining elementlaridagi kuchlanishning pasayishi, elektrolit tarkibiy qismlarida qutblarining kuchlanishi aniqlanadi.



2.1-rasm: Kuchlanishning uch turi mavjud bo'lib:

1. O'rtacha kuchlanish U - anod ta'sirida kuchlanishning o'rtacha oshishi va ko'p nusxali baraya kuchlanishining pasayishi, shu jumladan barcha turdagi kuchlanish pasayishlarini o'z ichiga oladi;
2. Ishchi kuchlanish U_{ish} -bu haqiqiy kuchlanish bo'lib, unda elektroliz vannasi-ning voltmeter ko'rsatkichlari aniqlanadi, ya'ni o'rtacha kuchlanishda, kuchlanish

pasayishini hisobga olmagan holda ko'p nusxali bariyalarda va anod ta'sirida o'rtacha kuchlanishni oshib ketishini aniqlaydi;

3. Isitish kuchlanishi $U_{isitish}$ – elektroliz qurilmasining barcha isitish elementlarida kuchlanishning pasayishini hisobga oladi, ya'ni qurilmaning ichki qismidagi ob'ektning atrof muhitga issiqlik yo'qotishlarni hisoblaydi.

Shuningdek isitish kuchlanishi albatta qutblar kuchlanishini o'z ichiga oladi.

Shunday qilib, yozishimiz mumkin:

$$U_{o'r} = E + \Delta U_{el} + \Delta U_a + \Delta U_{\kappa} + \Delta U_{bareya} + \Delta U_{ae} + \Delta U_c ;$$

$$U_{ish} = E + \Delta U_{el} + \Delta U_a + \Delta U_{\kappa} + \Delta U_{bareya} ;$$

$$U_{isit} = E + \Delta U_{el} + \Delta U_a + \Delta U_{\kappa} + \Delta U_{ae} ,$$

Bu yerda: E – qutblar kuchlanishi, V;

ΔU_{el} – elektrolitda kuchlanish pasayishi, V;

ΔU_a – anodda kuchlanish pasayishi, V;

ΔU_{κ} – katodda kuchlanish pasayishi, V;

ΔU_{bareya} – vannalar bareyasida kuchlanish pasayishi, V;

ΔU_{ao} – anod ta'siri tufayli kuchlanishning oshishi va pasayishi, V;

ΔU_c – Ko'p nusxali bareyalarda kuchlanish pasayishi, V.

Qutblarning kuchlanishi yoki elektr yuritish kuchlari qutblarining kuchlanishi ta'sirida CO_2 hosil bo'lib, shuningdek musbat anod va manfiy katodda haddan tashqari kuchlanish orqali termodinamik reaksiya tufayli alyuminiy glinazemadan eritma holatiga o'tkaziladi.

Kuchlanish qutblar kattaligini (elektr yuritish kuch qutblarini), baholashda uning ucha tarkibiy qiymatlari hisobga olinishi mumkin: kuchlanishda glinazemaning alyuminiy ajralishi, katod va anodda haddan tashqari kuchlanish.

Amaliyotda elektr kuchlanishi ta'sirida glinazemadan alyuminiy ajratib olish quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$E_{ish} = N_{CO_2} \cdot E_{Al_2O_3(CO_2)} + (1 - N_{CO_2}) \cdot E_{Al_2O_3(CO)} = 0,78 \cdot 1,19 + (1 - 0,78) \cdot 1,08 = 1,166 \text{ V}$$

Bu yerda $E_{Al_2O_3(CO_2)} - 1,19 \text{ V}$ da shuningdek 1223 K haroratda kuchlanish tufayli glinozemadan CO_2 ajralishi.

Haddan tashqari kuchlanish anodga oksiflor ionlari kechiktirilib yetkazilishi va kimyoviy reaksiya borishi sekinlashishiga ilb keladi. Haddan tashqari kuchlanish natijasida reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalangan:

$$\eta_c = \frac{T}{1253 \cdot \ln \left(\frac{i_a}{i_{lim}} \right)}$$

Bu yerda: i_{lim} – joriy etilgan tok zichligi, A/sm²;

T – Elektroliz vannasidagi harorat, K.

Joriy etilgan tok zichligi:

$$i_{\text{lim}} = 0,0029 \cdot \% Al_2O_3^{0,56} = 0,0029 \cdot 5^{0,56} = 0,0063 \text{ A/sm}^2$$

Anodadagi haddan tashqari kuchlanishi η_c oksidflorid komplekslarining konsentrasiyalarining gradiyenti bilan bog'liq va bu anod yaqinlashganda ta'siri seziladi:

$$\eta_c = \frac{T}{23209 \cdot \ln \left(\frac{i_c}{i_c - i_a} \right)}$$

Bu yerda i_c – Tokning kritik zichligi.

Bu erda i_c tokning kritik zichligini, Anod va elektrolitlar komplekslarining chegarasidagi nol konsantratsiyasiga mos keladigan Piontelli tenglamasidan hisoblash mumkin:

$$i_c = \frac{[5,5 + 0,0018 \cdot (T - 1323)] \cdot (\% Al_2O_3^{0,5} - 0,4)}{S_a^{0,1}},$$

$$i_c = \frac{[5,5 + 0,0018 \cdot (1229 - 1323)] \cdot (4^{0,5} - 0,4)}{239400^{0,1}} = 2,472 \text{ A/sm}^2.$$

Shunda o'ta kuchlanish konsentratsiyasini quyidagicha tuzamiz:

$$\eta_c = \frac{1229}{23209 \cdot \ln \left(\frac{2,472}{2,472 - 0,773} \right)} = 0,141 \text{ V}.$$

Katod konsentratsiyasining haddan tashqari kuchlanish darajasi η_{kat} katoddagi tok zichligi i , kreolit nisbati va fazalar orasidagi chegarasining harakat tezligiga bog'liq. Buni baholash uchun, empirik ibora mavjud:

$$\eta_{\text{kat}} = \frac{T \cdot (1,375 - 0,125 \cdot KO)}{17407} \cdot \ln \left(\frac{i_e}{0,257} \right),$$

$$\eta_{\text{kat}} = \frac{1229 \cdot (1,375 - 0,125 \cdot 2,23)}{17407} \cdot \ln \left(\frac{0,46}{0,257} \right) = 0,045 \text{ V}.$$

Natijada elektr yuritish kuchlari qutblanishda quyidagicha tuziladi:

$$E = E_{\text{ish}} + \eta_{\text{ish}} + \eta_c + \eta_{\text{kat}} = 1,166 + 0,204 + 0,141 + 0,045 = 1,556 \text{ V}.$$

Elektr yuritish kuchining qutblanishini hisoblashdagi qiymati C-8BM va S-8B elektroliz qurilmalari uchun amaliy ma'lumotlarga mos keladi.



2.2-rasm. Anodda kuchlanishni pasayishi.

Anodda kuchlanishning pasayishi anodning o'lchamlariga bog'liq, elektr tokini yetkazib beruvchi shterlarning tuzilishi va o'lchamiga anod tagliklarini o'rtacha masofasi va tok zichligiga va anodning solishtirma qarshiligiga bog'liq. Anoddagi kuchlanishning pasayishiga turli omillar ta'sirining tendentsiyalarini baholash uchun M.A. Korobovning empirik tenglamasidan foydalanamiz:

$$\Delta U_a = \left[26000 - \left(16000 - \frac{10,9 \cdot S_a}{N_{sh}} - 805 \cdot l_{o'rtacha} - \frac{l_{o'rtacha} \cdot S_a}{6,85 \cdot N_{sh}} \right) \cdot i_a \right] \cdot \rho_a ,$$

Bu yerda $l_{o'rtacha}$ – Hamma tok o'tkazuvchi shterlarni anod tagligigacha bo'lgan o'rtacha masofasi, sm;

ρ_a – Anoddagi o'rtacha solishtirma elektr qarshiligi harorat intervalida (750÷950) °C, Om·sm;

Shterdan anod tagligigacha tashkil etgan o'rtacha masofani quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$l_{o'rtacha} = l_{min} + \frac{(n_{gorizont} - 1) \cdot \Delta l}{2} = 23 + \frac{(12 - 1) \cdot 3}{2} = 39,5 \text{ cm} ,$$

Bu yerda l_{min} – Shter oxiridan anod tagligigacha bo'lgan minimal masofasi, 20÷25 sm shundan kelib chiqqan holda 23 sm deb qabul qilamiz;

$n_{gorizont}$ – gorizontlar soni ($n_{gorizont} = 12$);

Δl – gorizontlar orasidagi qadami– 3 sm.

Anodning o'rtacha solishtirma elektr qarshiligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\rho_a = 0,333 \cdot (t - 600)^{-2/3} = 0,333 \cdot (890 - 600)^{-2/3} = 0,0076 \text{ Om} \cdot \text{sm} ,$$

Bu yerda t - anod massasining o'rtacha harorati, ° C.

Shunda anoddagi kuchlanishning pasayishi quyidagini tashli qiladi:

$$\Delta U_a = \left[26000 - \left(16000 - \frac{10,9 \cdot 239400}{72} - 805 \cdot 39,5 - \frac{39,5 \cdot 239400}{6,85 \cdot 72} \right) \cdot 0,773 \right] \cdot 0,0076 = 0,616$$

3. Elektrolitlarda kuchlanish pasayishi

Elektrolitlarda kuchlanishning pasayishini hisoblash uchun G.V. Forsblom va V.P. Mashovetslar taklif qilgan tenglamadan foydalanamiz:

$$\Delta U_{el} = \frac{I \cdot \rho_{el} \cdot l_{M3}}{S_a + 2 \cdot (L_a + B_a) \cdot (2,5 + l_{mz})},$$

Bu yerda ρ_{el} – elektrolitning solishtirma elektr qarshiligi, $\text{Om} \cdot \text{sm}$;

$2(L_a + B_a)$ – anod massivining perimetri, sm .

Solishtirma elektr qarshilikni hisoblash uchun elektrolitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini empirik tenglamadantopamiz:

$$\chi = (0,08325 \cdot T - 12,47) \cdot \frac{x}{y},$$

Bu yerda T – harorat, K ;

$$x = 1,430 \cdot [\text{Na}_3\text{AlF}_6] + 1,854 \cdot [\text{Li}_3\text{AlF}_6] + 3,856 \cdot [\text{LiF}] + 0,576 \cdot [\text{CaF}_2] + 0,595 \cdot [\text{AlF}_3]$$

-

$$-0,490 \cdot [\text{Al}_2\text{O}_3];$$

$$y = 47,61 \cdot [\text{Na}_3\text{AlF}_6] + 50,56 \cdot [\text{Li}_3\text{AlF}_6] + 55,90 \cdot [\text{LiF}] + 33,94 \cdot [\text{CaF}_2] + 59,54 \cdot [\text{AlF}_3]$$

+

$$+58,85 \cdot [\text{Al}_2\text{O}_3] + 35,31 [\text{MgF}_2];$$

Kvadrat qavsdagi atamalar qo'shimchalarning konsentratsiyalari bo'lib, massa % ga teng. Biz tanlagan elektrolitining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, %

80,0 Na_3AlF_6 ; 4,0 Al_2O_3 ; 11,0 AlF_3 ; 5,0 CaF_2 . ($\text{K.O.} = 2,23$) tashkil etadi:

$$x = 1,430 \cdot 80 + 1,854 \cdot 0 + 3,856 \cdot 0 + 0,576 \cdot 5 + 0,595 \cdot 11 - 0,490 \cdot 4 = 121,87;$$

$$y = 47,61 \cdot 80 + 50,56 \cdot 0 + 55,90 \cdot 0 + 33,94 \cdot 5 + 59,54 \cdot 11 + 58,85 \cdot 4 + 35,31 \cdot 0 = 4868,84$$

;

$$\chi = (0,08325 \cdot 1229 - 12,47) \cdot \frac{121,87}{4868,84} = 2,249 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$$

Shunda elektrolitning solishtirma elektr qarshiligi quyidagini tashkil qiladi:

$$\rho = \frac{1}{\chi} = \frac{1}{2,249} = 0,445 \text{ Om} \cdot \text{sm}.$$

Elektrolitda kuchlanishning pasayishi elektrolizor vannasidagi kuchlanishning muhim qismini tashkil qiladi, shuning uchun bu qiymati aniq nazorat qilish kerak.

Shuning uchun elektrolizer yuqori tok kuchida ishlashi sababi tok kuchini kamaytirish orqali ajralayotgan issiqlik miqdorini kamaytirish, elektrolitdagi oqayotgan tokni nazorati bilan bog'liq.

Amaliyotda kislotali elektrolitda, alyuminiy juda oz eriydi, anod atrofida teskari reaksiya darajasi juda past bo'ladi va bu elektrolida tok ning oqishini kamaytirishga imkon beradi.

Shuni unutmaslik kerakki, qutblar orasidagi masofa elektroliz jarayoni ish barqarorligiga juda salbiy ta'sir qiladi.

2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga tayangan holda, barqaror elektroliz jarayonida kuzatilgan elektrolitni minimal qiymati 4,5 sm ni tashkil qiladi Elektrolitlardagi kuchlanish pasayishi:

$$\Delta U_{el} = \frac{185000 \cdot 0,445 \cdot 4,5}{239400 + 2 \cdot (840 + 285) \cdot (2,5 + 4,5)} = 1,452 \text{ V} .$$

Elektrolitda kuchlanishning pasayishini hisoblashda, anod ostida gaz pufakchalari tomonidan yaratilgan qo'shimcha qarshilik hisobga olinishi kerak.

Anod ostidagi hosil bo'lgan gaz pufakchalari qatlami qo'shimcha kuchlanishni pasayishi quydagi tenglama bilan baholanadi:

$$\Delta U_{pufakcha} = \frac{i_a \cdot d_q}{\chi_{pufakcha} \cdot \left(\frac{F}{1 - F} \right)} ,$$

Bu yerda d_b – pufakcha qatlamining o'rtacha qalinligi, sm;

$X_{pufakcha}$ – pufakcha qatlamining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, 0,7- 2,0 $\text{Om}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{sm}^{-1}$;

F – anoddagi gazlarni zararsizlantirish omili, %.

Pufakcha qatlamining o'rtacha qalinligini Haydam va Velche taklif qilgan tenglamasidan foydalanib aniqlaymiz:

$$d_b = \frac{0,5517 + i_a}{1,0 + 2,167 \cdot i_a} = \frac{0,5517 + 0,773}{1,0 + 2,167 \cdot 0,773} = 0,495 \text{ sm} .$$

Aberg tomonidan anoddan ajralayotgan gazlardanni himoyalashni hisoblash uchun berilgan ma'lumotlariga Haupin ma'lumot bergan bilan to'ldirildi va gazlardan himoyalash omillari tenglamasini hisoblash uchun ishlatiladi:

$$F = 0,5090 + 0,1823 \cdot i_a - 0,1723 \cdot i_a^2 + 0,05504 \cdot i_a^3 + \frac{0,4322 - 0,3781 \cdot MN}{1 + 1,637 \cdot MN} +$$

$$+ [0,431 - 0,1437 \cdot (\% \text{Al}_2\text{O}_3 - \% \text{Al}_2\text{O}_{3,49})] + [1 + 7,353 \cdot (\% \text{Al}_2\text{O}_3 - \% \text{Al}_2\text{O}_{3,49})]$$

Bu yerda MN – kriolit massasini elektrolitga nisbati teng $\text{KO}/2$;

%; $\text{Al}_2\text{O}_{3ae}$ – anod ta'siri vaqtidagi elektroliz jarayoni vannasidagi glinazema konsentratsiyasi, %.

Gazlardan himoyalanish omillari:

bu yerda MN - KO / 2 ga teng elektrolitning kuchlanishidagi kristallik nisbati;
% Al₂O₃ - anodta'sirida vannada aluminiy kontsentratsiyasi, tasiri omillarini aniqlay-
miz %:

$$F = 0,5090 + 0,1823 \cdot 0,773 - 0,1723 \cdot 0,773^2 + 0,05504 \cdot 0,773^3 + \\ + \frac{0,4322 - 0,3781 \cdot 1,115}{1 + 1,637 \cdot 1,115} + [0,431 - 0,1437 \cdot (4 - 1,5)] + [1 + 7,353 \cdot (4 - 1,5)] = 20,03 \%$$

Qo'shimcha kuchlanishni pasayish pufakcha qatlamini tashkil qiladi:

$$\Delta U_{pufakcha} = \frac{0,773 \cdot 0,495}{2 \cdot \left(\frac{0,2003}{1 - 0,2003} \right)} = 0,764 \text{ V} .$$

Ushbu qiymatni hisobga oladigan bo'lsak, elektrolitlardagi kuchlanishning pasayishi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta U_{el} = 1,452 + 0,764 = 2,216 \text{ V} .$$

4. Katod qurilmasidagi kuchlanish pasayishi.

Katoddagi kuchlanishning pasayishini hisoblashda M.A. Korobov tenglamasi-dan foydalanamiz:

$$\Delta U_{\kappa} = [L_{tyo'li} \cdot \rho_{\delta} \cdot 10^3 + (3,83 \cdot 10^{-2} \cdot A^2 + 2,87 \cdot a \cdot \sqrt[3]{a}) \cdot \frac{B}{S}] \cdot i_a ,$$

$$L_{tyo'li} = 2,5 + 0,92 \cdot h_{\delta} - 1,1 \cdot h + \frac{132}{b} ,$$

Bu yerda L_{tok yo'li} – berilgan blokda tok yo'li va uzunligi, sm;

ρ_δ – blokning solishtirma elektr qarshiligi, 20·10⁻⁴ Om·sm (TSH 1913-109-021-99);

A – Vanna shaxtasining yarim eni, 207,5 sm;

B – blok tirqishining eni, 59 sm;

S – pazaning ko'ndalang kesim maydoni, (14,5×26) sm²;

a – taglikning eni, sm. Elektrolizerning bort va anod o'rtasidagi masofasi 10-15 smga teng, taglik enini a=75 sm deb qabul qilamiz.

h va b – Blyums tagidagi pazaning balandligi va eni, sm, (b=26 sm, h=14,5 sm).

Katodda kuchlanish pasayishi:

$$L_{tyo'li} = 2,5 + 0,92 \cdot 40 - 1,1 \cdot 14,5 + \frac{132}{26} = 28,43 \text{ sm} ,$$

$$\Delta U_{\kappa} = [28,43 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 + (3,83 \cdot 10^{-2} \cdot 207,5^2 + 2,87 \cdot 75 \cdot \sqrt[3]{75}) \cdot \frac{59}{14,5 \cdot 26}] \cdot 0,773 = 298 \text{ mV}$$

3-AMALIY MASHG'ULOT

VANYUKOV PECHIDA BORADIGAN JARAYONLARNI HISOBLASH

Ishdan maqsad; Vanyukov pechida boradigan jarayonlarning ashyolar tegligini hisoblash.

Ratsional tarkibni hisoblash

Mis boyitmaining kimyoviy tarkibi,%: 21,5 Cu; 1,7 Zn; 26 Fe; 4,0 SiO₂; 1.8 CaO; 3.6 Al₂O₃; S va boshqalar - hisobga olish.

Mineralogik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, boyitmadagi mis xalkopirit (CuFeS₂) va kovelit (CuS) shaklida 1: 1 nisbatda, rux sfaleritda (ZnS), qolgan barcha temir pirit (FeS₂) va pirroteit (Fe₇S₈) shaklida bo'ladi nisbat 2: 1. Chiqindi jinslar kvarts qumi (SiO₂), ohaktosh (CaCO₃) va alyuminiy oksidi (Al₂O₃) bilan ifodalanadi. Oltingugurt miqdori va boshqalar hisoblanadi.

Hisoblash 100 kg boyitma uchun amalga oshiriladi. Xalkopirit shaklida mis miqdorini toping:

$$21,5: 2 = 10,8 \text{ kg};$$

kovelit shaklida:

$$21.5: 2 = 10.8 \text{ kg}.$$

Metall sulfidlardagi elementlarning tarkibini hisoblaymiz:

$$\text{CuFeS}_2 \text{ } 63.5: 55.8: 64 = 10.8:$$

$$a: b, a = 9,5 \text{ kg Fe}, b = 10,9 \text{ kg S}.$$

$$\text{CuS } 63.5: 32 = 10.8: y, y = 5.4 \text{ kg S}.$$

$$\text{ZnS } 65.4: 32 = 1.7: z, z = 0.8 \text{ kg S}.$$

Piritdagi temirning qolgan miqdorini aniqlang:

$$(26 - 9,5) \text{ H}_2: 3 = 11,0 \text{ kg}; \text{ pirotitda:}$$

$$(26 - 9,5) \text{ Ch1: } 3 = 5,5 \text{ kg}.$$

Oltingugurt ushbu temir bilan bog'liq:

$$\text{FeS}_2 \text{ } 55.8: 64 = 11: x, x = 12.6 \text{ kg S}.$$

$$\text{Fe}_7\text{S}_8 \text{ } 390,6: 256 = 5,5: c, c = 3,6 \text{ kg S}.$$

Xalkopirit, kovelin, sfalerit, pirit va pirotit bilan bog'liq oltingugurtning umumiy miqdorini aniqlang:

$$10,9 + 5,4 + 0,8 + 12,6 + 3,6 = 33,3 \text{ kg.}$$

Ohaktosh miqdori va uning tarkibidagi CO₂ miqdorini hisoblaymiz:

$$\text{CaCO}_3: \text{CaO}: \text{CO}_2 = 100: 56: 44 = x_1: 1,8: x_2, x_1 = 3,2 \text{ kg}$$

$$\text{CaCO}_3, x_2 = 1,4 \text{ kg CO}_2.$$

Hisoblash natijalari jadvalda umumlashtiriladi.

Avtogen eritishning moddiy balansini hisoblash

Birikma	Birikmalarning miqdorlari, %									
	Cu	Zn	Fe	S	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃		Bush tog' jinsi	jami
CuFeS ₂	10,8	—	9,5	10,9	—	—	—		—	31,2
CuS	10,8	—	—	5,4	—	—	—		—	16,2
ZnS	—	1,6	—	0,9	—	—	—		—	2,6
FeS ₂	—	—	11	12,6	—	—	—		—	23,6
Fe ₇ S ₈	—	—	5,5	3,6	—	—	—		—	9,1
SiO ₂	—	—	—	—	—	4,0	—		—	4,0
CaCO ₃	—	—	—	—	1,8	—	—		—	3,2
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	3,6		—	3,6
Boshqalar	—	—	—	—	—	—	—		6,6	6,6
Jami	21,6	1,6	26	33,4	1,8	4,0	3,6	6,6	100	

100 kg boyitma uchun hisoblaymiz.

Oqim sifatida qumtosh ishlatiladi, %: 75 SiO₂; 13,5 Al₂O₃; 5.3 FeO; 5.2 CaO;

1 - boshqalar.

Shteyn miqdori va tarkibini hisoblash. Mahalliy korxonalarning ma'lumotlariga ko'ra, avtogen jarayonlar uchun shteynda mis olish 95-98% ni tashkil qiladi. Rux shlakga 80-85% gacha tushadi.

Bu shuni anglatadiki, mis shteynga o'tadi ($e_{\text{Cu}} = 97\%$ bilan): $21,6 \times 0,97 = 21 \text{ kg}$, u holda shteynning massasi 50% bo'lgan mot massasi: $21: 0,5 = 42 \text{ kg}$ bo'ladi.

Rux shteynga o'tadi ($e_{Zn} = 20\%$ bilan): $1,7 \times 0,2 = 0,34$ kg, ya'ni. shteyndagi uning miqdori $(0,34: 42) \times 100 = 0,8\%$.

42 kg mot tarkibida quyidagilar mavjud:

$$CuS = (21 \times 95,5): 63,5 = 31,6 \text{ kg} \quad (S = 31,6 - 21 = 10,6 \text{ kg})$$

$$ZnS = (0,34 \times 97,4): 65,4 = 0,5 \text{ kg} \quad (S = 0,5 - 0,34 = 0,16 \text{ kg})$$

V.Ya.ning so'zlariga ko'ra, 50% mis bo'lgan shteynlar mavjud. Mostovich, Fe_3O_4 shaklida 2.0% O_2 :

$$Fe_3O_4 = (42 \times 0,02 \times 231,4): 64 = 3,03 \text{ kg} \quad (Fe = 3,03 - 0,84 = 2,19 \text{ kg})$$

Shteyndagi temir sulfid miqdori:

$$FeS = 42 - CuS - ZnS - Fe_3O_4 = 42 - 31,6 - 0,5 - 3,03 = 6,87 \text{ kg}.$$

$$(Fe = 6,87 \times 55,8: 87,8 = 4,37 \text{ kg}; S = 6,87 - 4,37 = 2,5 \text{ kg}).$$

Shteyin tarkibi

Shlak miqdorini hisoblash

Biri- kmalar	Shteyining tarkibi											
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
CuS	50	21	—	—	—	—	25,2	10,6	—	—	75,2	31,6
ZnS	—	—	0,8	0,34	—	—	0,4	0,16	—	—	1,2	0,5
FeS	—	—	—	—	10,4	4,37	6	2,5	—	—	16,4	6,87
Fe_3O_4	—	—	—	—	5,2	2,19	—	—	2,0	0,84	7,2	3,03
Jami	50	21	0,8	0,34	15,6	6,56	31,6	13,26	2,0	0,84	100	42

Misdagi shteynning qayta tiklanishi 97%, rux - 20%. Bu shuni anglatadiki, misning 3% va ruxning 80% i ketadi. Bizning taxminimizcha, shlakda mis asosan CuS, rux - ZnO shaklida bo'ladi.

Boyitma $CuFeS_2$, FeS_2 sulfidlari dissotsilanadi:

$$CuFeS_2 = CuS + FeS; 183,3 - 95,5 - 87,8;$$

31.2 - X - Y. 31,2 kg $CuFeS_2$ dan siz quyidagilarni olasiz:

$$X = (31,2 \times 95,5): 183,3 = 16,26 \text{ kg CuS};$$

$$Y = (31,2 \times 87,8): 183,3 = 14,94 \text{ kg FeS}; FeS_2 = FeS + S;$$

$$23,6 - X - Y; 119,8 - 87,8 - 32.$$

23,6 kg FeS₂ dan:

$$X = 23,6 \times 87,8 : 119,8 = 17,3 \text{ kg FeS};$$

$$Y = 23,6 \times 32 : 119,8 = 6,3 \text{ kg S}.$$

Shlak tarkibida mis asosan CuS shaklida bo'ladi.

$16,26 + 16,2 = 32,46 \text{ kg CuS}$ dan $31,6 \text{ kg}$ motga o'tadi. $32,46 - 31,6 = 0,86 \text{ kg}$ CuS shlakga o'tadi. $0,86 \text{ kg CuS}$ tarkibida $0,57 \text{ kg Cu}$ va $0,29 \text{ kg S}$ mavjud.

Boyitmadagi Rux $1,7 \text{ kg}$, shunday - $0,34 \text{ kg}$, ya'ni. $1,7 - 0,34 = 1,36 \text{ kg Zn}$ uning shlakiga o'tadi.

Shlakda rux oksid shaklida bo'ladi va uning miqdori: $81,4 \times 1,36 : 65,4 = 1,69 \text{ kg ZnO}$.

Temirning bir qismi va boyitmaning barcha tosh hosil qiluvchi tarkibiy qismlari shlakga o'tadi. Temir boyitmadan shlakga o'tadi:

$$\text{Feshl} = \text{Fekon} - \text{Fesht} = 26 - 6,56 = 19,44 \text{ kg}; \text{ bu massani tashkil qiladi}$$

$$\text{FeO} = 19,44 \times 71,8 : 55,8 = 25 \text{ kg}.$$

Tarkibida temir miqdori yuqori bo'lgan shlaklar kam interfeys tarangligi bilan ajralib turadi. Ushbu interfeyslararo taranglik bilan shlakda yomon birlashuvchi motli emulsiya hosil bo'ladi, bu esa ular bilan birga misning katta yo'qotishlariga olib keladi. Shuning uchun, oqimlar bilan eritish kerak.

Avtogen eritish uchun SiO₂ miqdori 30-32% gacha bo'lgan shlaklarni olish odatiy holdir.

Shlakdagi temirning bir qismi magnetit - Fe₃O₄ shaklida bo'lib, uning tarkibida eritish turiga qarab, Vanyukovni eritish uchun 6-8% bo'lishi va to'xtatilgan eritishda 15-24% gacha bo'lishi mumkin.

	Komponentlar miqdori									
	Cu	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Boshqalar	Jami
kg	0,57	1,36	19,44	0,29	5,89	4,0	3,6	1,8	6,6	43,55
%	1,3	3,1	44,6	0,7	13,5	9,2	8,3	4,1	15,2	100

[illegible]

O'z-o'zidan eriydigan shlakning tarkibi va miqdori

Oqim miqdorini hisoblash

Hisoblash 30% SiO_2 va 14% Fe_3O_4 o'z ichiga olgan shlakni olish uchun amalga oshiriladi.

Birlamchi shlakning massasini bilish va FeO ning bir qismi Fe_3O_4 ga oksidlanishini hisobga olib, ikkita noma'lum bo'lgan ikkita tenglama tizimini tuzish va uni echib, zaryadga qo'shilgan qumtosh massasini va shu sababli butun shlakning massasini topish mumkin.

X - yuklangan qumtosh massasi, Y - FeO Fe₃O₄ ga oksidlanish uchun zarur bo'lgan O₂ miqdori deb taxmin qilaylik.

$$((0,75 \cdot X + 4 = 0,3 (43,55 + X + Y))$$

$$Y = 0,0691 * 0,14 (43,55 + X + Y))$$

Tenglamalar tizimini echib, biz olamiz

$X = 20,56 \text{ kg}$; $Y = 0,63 \text{ kg}$.

20,56 kg oqim tarkibiga quyidagilar kiradi:

$$\text{SiO}_2 - 20,56 \text{ H } 0,75 = 15,42 \text{ kg};$$

$$\text{FeO} - 20,56 \times 0,053 = 1,1 \text{ kg};$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 20,56 \times 0,135 = 2,76 \text{ kg};$$

$$\text{CaO} - 20,56 \text{ H } 0,052 = 1,07 \text{ kg};$$

Boshqalar - $20,56 \text{ H } 0,01 = 0,21 \text{ kg}$; Jami: $20,56 \text{ kg}$.

Shlak massasi teng bo'ladi: $43.55 + 20.56 + 0.63 = 64.74 \text{ kg}$.

Qumtosh tarkibida 0,73 kg FeO bo'lganligi sababli, biz oqim bilan ta'minlangan temir miqdorini topamiz: $1,1 \times 55,8 : 71,8 = 0,85$ kg.

Bu kislorod $1,1 - 0,85 = 0,25$ kg bilan bog'liq.

Umumiy temir shlakga o'tadi: $19.44 + 0.85 = 20.29 \text{ kg}$.

Fe_3O_4 tarkibidagi shlak tarkibida 14% bo'lganligi uchun uning massasi quyidagicha bo'ladi.

$$64.74 \times 0.14 = 9.06 \text{ kg (Fe = 6.55 kg; O}_2\text{ = 2.51 kg)}.$$

Shlak tarkibidagi temir miqdori azot oksidi (FeO) shaklida bo'ladi:

$20.29 - 6.55 = 13.74$ kg. Kislorod ushbu miqdordagi temir bilan bog'liq:

$13.74 \cdot 16 : 55.8 = 3.93$ kg.

Hisoblash natijalari asosida biz jadval tuzamiz.

7-AMALIY MASHG'ULOT. QO'RG'OSHIN BOYITMALARINI SHAXTALI ERITISH PECHLARIDA QAYTA ISHLASH JARAYONINI HISOBLASH

Ishdan maqsad. *Qo'rg'oshin boyitmalarini shaxtali eritish pechlarida qayta ishlash jarayonini hisoblash ko'nikmasiga ega bo'lish.*

Qo'rg'oshin aglomeratini tiklovchi eritishni asosiy maqsadlari:

1) xomaki metal shaklda maksimal ravishda qo'rg'oshin olish. Bu metalda oltin, kumush, mis, vismut, surma, mishyak, qalay va tellur to'planadi;

2) ma'dansiz jinslarni shlakga o'tkazish va shu shlakga ko'proq ruxni o'tkazishdir.

Qo'rg'oshin aglomeratda asosan oksid va ferit turlarida uchraydi. Bu birlikmalar 1000°C dan ziyodroq haroratlarda qattiq uglerod, uglerod oksidi, tabiiy gaz va boshqa tiklovchi moddalar bilan metal holatigacha tiklanishi mumkin.

Qo'rg'oshin eritmaga eng qulay bu shaxtali pechdir, chunki unda tiklovchi muxitda joriy etish va boshqarish osondir.

Yoqilg'i hisobida koks qo'llanadi, qaysi qatlam shaklda aglomerat bilan birga pechga yuklanadi. Pechning pastki qismida-gornda-jarayonning suyuq mahsulotlari to'planadi: xomaki qo'rg'oshin va shlak. Shlak eritmasining yuqorisida shixta joylashgan. Shixtaning pastki qismida (0,5-1,0 m) qizitilgan koks joylashgan. Bu qism pechning fokusi deb nomlanadli.

Koksni yonishini ta'minlash uchun va tiklovchi muxit paydo bo'lish maqsadida pechga bosim bilan havo beriladi. Pechning fokusida harorat 1500°C gacha ko'tariladi. Pech gazlari shixtaning xajmidan o'tadi, ularni qizitadi va

qo'rg'oshinni oksidlangan moddalarni tiklanishda qatnashadi. Gazning pechdan chiqishida (koloshnikda) harorati 200-400 °C tashkil qiladi.

Shixtani balandligi (4-6 m) koks yongan sababli va qo'rg'oshinni erib siljayishi natijasida asta sekin past tomon suriladi. Shixtani pastga qarab siljayish tezligi taxminan 1 m/soatiga. Pastga tushgan shixtani o'rniga yangi shixta porsiyasi yuklanadi. Shixtani harorati fokusdan yuklash joyiga qarab kamayib boradi.

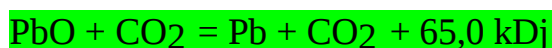
Eritish davrida hosil bo'lgan suyuq mahsulotlar pastga qarab siljayadi, fokusdan o'tib gornda to'planadi va zichilik asosida qatlamlanadi. Xomaki qo'rg'oshin va shlak pechda to'planishi bilan undan chiqariladi.

Aglomerat o'zi bilan oksid va silikatlarini qotishmasidir. Qo'rg'oshindan tashqari, unda rux, mis, temir, noyob metallar, mshyak, surma, vismut, qalay, nodir elementlar bor.

Qo'rg'oshin aglomeratda glyot, silikat, murakkab oksid (ferrit, plyumbit), sulfat, sulfid va erkin metallar shakllarda keltirilgan.

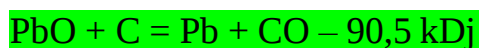
Metallik qo'rg'oshin aglomeratni 357 °C dan ziyodroq haroratga qizitganda yorib pechnipast qismiga qo'yiladi. Pastga qarab harakatlanish davrida qo'rg'oshin boshqa metallarni o'zida eritadi.

Glyot (PbO) engil tiklovchi oksid. Uni tiklanish uglerod oksidi bilan pechning yuqori qismlarida boshlanadi (160-185°C haroratlardan boshlab):



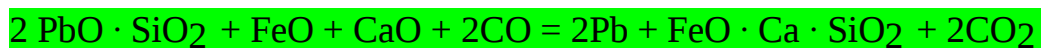
Haroratni ko'tarilishi reaksiyaning tezlanishiga olib keladi.

Glyotni erigandan so'ng 886°C) PbO bilan uglerodni kontakti yaxshilanib quyidagi reaksiya intensiv oqib o'tadi.:

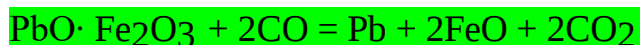


Qo'rg'oshinni silikatlarini ($x \text{ PbO} \cdot y \text{ SiO}_2$) 700 °C dan yuqoriroq haroratlarda erib, pechni pastki qismiga siljiydi. Bu harakatlanishda silikatlar o'zlarida boshqa oksidlarni eritadi. Qo'rg'oshin silikatlarini shixtali pechda tiklanadi. Tiklanish ikki bosqichli bo'ladi. Birinchi bosqichda RbO silikatda undan kuchliroq Fe₂O₃ yoki CaO ga o'rin almashadi. Paydo bulgan temir kalsiy silikati uzidag etnirritadi.

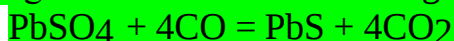
Ikkinchi bosqichda shlak eritmasidagi giyotni SO yoki S bilan tiklanishi oqib o'tadi:



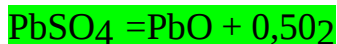
Qo'rg'oshin ferritlari ($n \text{PbO} \cdot m \text{FeO}$) uglerod oksidi bilan 500-550°C lar-dan boshlab oson tiklanadi:



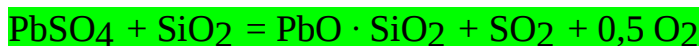
Qo'rg'oshin sulfati sulfid holatigacha tiklanadi:



Reaksiya 550°C dan ziyodroq haroratda intensiv o'tadi. Deyarlik hamma sulfat sulfid shaklga to'liq o'tadi. Qisman sulfat 800°C dan boshlab parchalanadi:

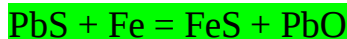


Kremniy dioksidi PbSO_4 ni parchalanishga ko'maklashadi:

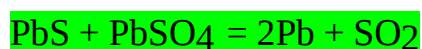
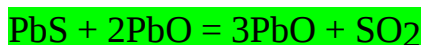


Qo'rg'oshin sulfidi (PbS) shaxtali eritishda deyarlik tiklanmaydi.

Qisman qo'rg'oshin almashuv reaksiyasi natijasida paydo bo'lishi mumkin:



Qisman PbS boshqa qo'rg'oshin birikmalari bilan o'zaro bog'lanishi mumkin:



Reaksiyaga kirmagan PbS temir va mis sulfidlari bilan shteyn fazasini qabul qiladi.

Ma'dansiz jinslar va qo'shiladigan flyuslar shlak fazasini tashkil qilishadi.

Ko'p komponentli qo'rg'oshin eritish shlaklarini asoslarini $\text{FeO-Zn} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ sistemasi tashkil qiladi. Bu oksidlarni yig'indisi 90% dan ziyodroq bo'ladi.

Qo'rg'oshin shlaklarni ajralib turadigan bitta xususiyati – unda 5 – 25% ZnO borligi. Agarda shlakda 20% rux oksidi bo'lsa shlak xususiyatlari deyarli o'zgarmaydi.

Jarayonning suyuq mahsulotlari zichlik farqligi sababli qatlamlashadi.

Qanchalik zichlik farqligi katta bo'lsa – shuncha ajralish tez va to'laroq bo'ladi.

Shlakning zichligi uni tashkil etuvchilarning zichligiga bog'liqdir, g/sm: 2,7 SiO₂, 5,0 FeO, 3,3 CaO, 2,8 Al₂O₃.

Optimal tarkibdagi shlakni quyidagi xususiyatlari bo'lishi kerak: erish ha-rorati 1100 – 1150 °C; yopishqoqligi 1200 °C da – 0,5 Pa °C; zichligi 3,5 – 3,8. Bunday xususiyatlarga quyidagi tarkibidagi shlak egadir, %: 20-30 SiO₂, 30-40 FeO; 10-18 CaO; 25 gacha ZnO.

Jarayonning boshqa mahsulotlari bu shteyn va shneyza. Mis-qo'rg'oshinni taxminiy tarkibi, %: 7-40 Ca; 16-45 Fe; 20-25 S; 8-17 Pb.

Shneyza – metallarni mishyak va surma bilan birikmalari. Uning taxminiy tarkibi, %: 2-15 Pb; 2-34 Ca; 20-50 Fe; 18-30 Fs; 1-6 Sb; 0,001-0,01 Fu; 0,015 – 0,20 Ag.

Shneyza va shteyn jarayonning zararli mahsulotlari hisoblanadi. Ular bilan qimmatbaxo metallar isrof bo'ladi. Ularning hosil bo'lishlarini iloji boricha ka-maytirishga harakat qilish kerak.

Issiqlikning kelishi

1. Koksning yonish issiqligi. Koks tarkibidagi uglerodning yonishidan quyidagi reaksiyalar bo'yicha $C + O_2 = CO_2 + 94052 \text{ kkal}$, $94052 \cdot 6,10/12 = 47810 \text{ kkal}$, $C + 1/2O_2 = CO + 26416 \text{ kkal}$, $26416 \cdot 3,29/12 = 7243 \text{ kkal}$ issiqlik ajralib chiqadi; koks tarkibidagi vodorodning yonishidan esa $H_2 + 0,5O_2 = H_2O_{(bug')} + 57798 \text{ kkal}$ olamiz $57798 \cdot 0,04/2 = 1156 \text{ kkal}$; koks tarkibidagi oltingugurtning yonishidan $S + O_2 = SO_2 + 70960 \text{ kkal}$ issiqlik ajraladi $70960 \cdot 0,06/32 = 133 \text{ kkal}$. Yoqilg'ining yonishidan hosil bo'ladigan issiqlikning umumiy miqdori $Q_{umumiy} = 47810 + 7243 + 1156 + 133 = 56342 \text{ kkalga teng}$.

2. Aglomeratning fizik issiqligi (shixta) $Q_{sh} = C_{sh} \cdot m_{sh} \cdot t_{sh}$.

$C_{sh} = 0,12 \text{ kkal/(kg } ^\circ\text{C)}$ va $t_{sh} = 20^\circ\text{C}$; $Q_{sh} = 0,12 \cdot 100 \cdot 20 = 240 \text{ kkal}$.

3. Yoqilg'ining fizik issiqligi $Q_y = C_y \cdot m_y \cdot t_y$.

$C_y = 0,20 \text{ kkal/(kg } ^\circ\text{C)}$ va $t_y = 20^\circ\text{C}$ $Q_y = 0,20 \cdot 11,5 \cdot 20 = 46 \text{ kkal}$.

4. Havoning fizik issiqligi $Q_{havo} = C_{havo} \cdot V_{havo} \cdot t_{havo}$.

$C_{havo} = 0,31 \text{ kkal/(m}^3\text{ } ^\circ\text{C)}$; $V_{havo} = 65,4 \text{ m}^3$ va $t_{havo} = 20^\circ\text{C}$ $Q_{havo} = 0,31 \cdot 65,4 \cdot 20 = 405 \text{ kkal}$.

5. Ekzotermik reaksiyalarning issiqligi. Ruxning quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanishi* $Zn + \frac{1}{2}O_2 = ZnO + 83170 \text{ kkal}$ qabul qilinadi $83170 \cdot (6,54 - 5,81)/81,4 = 746 \text{ kkal}$,

Bu yerda 6,54 – shlakdagi ZnO ning miqdori, kg; 5,81 – aglomeratdagi ZnO ning miqdori, kg. *ZnS ning oksidlanishi. Uning dissotsiyanishi uchun quyidagicha issiqlik sarflanadi. $S + O_2 = SO_2 + 70960 \text{ kkal}$ reaksiya bo'yicha 0,99 kg oltingugurtning oksidlanishidan $70960 \cdot 0,99/32 = 2195 \text{ kkal}$ issiqlik ajralib chiqadi.

Shlak va homaki qo'rg'oshin tarkibidagi oltingugurt miqdori quyidagiga teng $2,15 - (0,99 + 0,02) = 1,14 \text{ kg}$.

Issiqlik balansini hisoblashda homaki qo'rg'oshin tarkibidagi oltingugurt miqdori 0,4%, yoki $47,05 \cdot 0,004 = 0,19 \text{ kg}$ ni tashkil etadi va bu oltingugurtning barchasi qo'rg'oshin bilan bog'langan deb faraz qilamiz; Reaksiya bo'yicha $Pb + S = PbS + 22540 \text{ kkal}$ quyidagicha issiqlik keladi $22540/32 \cdot 0,19 = 134 \text{ kkal}$. Oltingugurtning qolgan miqdori shlak tarkibiga oksid ko'rinishida o'tadi ($1,14 - 0,19 = 0,95 \text{ kg}$).

Shlak hosil bo'lishie. Qo'rg'oshin eritish jarayonida shlak hosil bo'lish reaksiyalari tufayli 1 kg shlak uchun 135 kkal issiqlik ajralib chiqadi. Aglomeratsiya jarayonida shlak hosil bo'lishi katta darajada rivojlanadi, hisoblashda $Q_{\text{shl}} = 1/4 \cdot 135 \cdot 44,74 = 1510 \text{ kkal}$ issiqlik hosil bo'ladi. Ekzotermi reaksiyalarning umumiy issiqlik miqdori quyidagiga teng $746 + 2195 + 134 + 1510 = 4585 \text{ kkal}$. Umumiy issiqlik kelishi esa quyidagiga teng $56342 + 240 + 46 + 405 + 4585 = 61618 \text{ kkal}$.

Issiqlikning sarflanishi

1. Xomaki qo'rg'oshin issiqligi $Q_c = C_c \cdot m_c \cdot t_c$. U holda $C_c = 0,033 \text{ kkal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ va $t_c = 800^\circ\text{C}$ $Q_c = 0,033 \cdot 47,05 \cdot 800 = 1242 \text{ kkal}$.

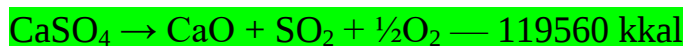
2. Shlakning issiqligi $Q_{\text{shl}} = C_{\text{shl}} \cdot m_{\text{shl}} \cdot t_{\text{shl}}$. U holda 1250°C da qabul qilinishi mumkin $C_{\text{shl}} \cdot t_{\text{shl}} \approx 320 \text{ kkal/kg}$, u holda $Q_{\text{shl}} = 44,74 \cdot 320 = 14317 \text{ kkal}$.

3. Changning issiqligi $Q_{\text{ch}} = C_{\text{ch}} \cdot m_{\text{ch}} \cdot t_{\text{ch}}$. $C_{\text{ch}} = 0,12 \text{ kkal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ va $t_{\text{ch}} = 250^\circ\text{C}$ da $Q_{\text{ch}} = 0,12 \cdot 1 \cdot 250 = 30 \text{ kkal}$.

4. Chiqindi gazlar issiqligi $Q_g = C_g \cdot V_g \cdot t_g$. $C_r = 0,334 \text{ kkal}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, $t_g = 250^\circ\text{C}$ va $V_g = 74,63 \text{ m}^3$ da $Q_g = 0,334 \cdot 74,57 \cdot 250 = 6232 \text{ kkal}$.

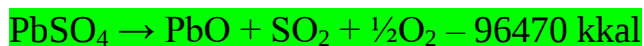
5. Endotermik reaksiyalar issiqligi.

Reaksiyaga muvofiq kalsiy sulfatning parchalanishi uchun



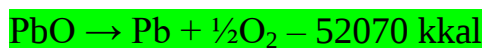
jadvalga asosan $119560 \cdot 3,04/136,1 = 2671 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi.

Reaksiyaga muvofiq Qo'rg'oshin sulfatning parchalanishi uchun



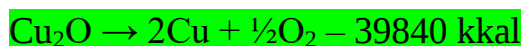
jadvalga asosan $96470 \cdot 6,41/303,2 = 2043 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi.

Reaksiyaga muvofiq PbO ning Pb gacha tiklashnishi uchun



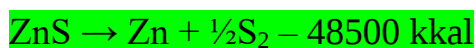
$52070 \cdot 45,76/207,2 = 11500 \text{ kkal}$ sarflanadi.

Reaksiyaga muvofiq Cu_2O dan Cu gacha tiklanishi uchun



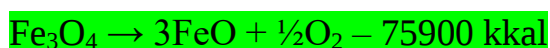
jadvalga asosan $39840 \cdot 1,51/143,2 = 420 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi.

Reaksiyaga muvofiq rux sulfidining dissotsiyalanishi uchun



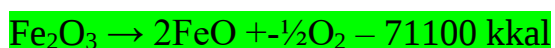
jadvalga asosan $48500 \cdot 1,31/95,6 = 628 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi.

Reaksiyaga muvofiq Fe_3O_4 dan FeO gacha tiklanishi uchun



jadvalga asosan $75900 \cdot 7,45/231,4 = 2444 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi.

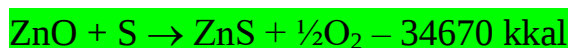
Reaksiyaga muvofiq Fe_2O_3 dan FeO gacha tiklanishi uchun



jadvalga asosan $71100 \cdot 7,70/159,6 = 3430 \text{ kkal}$ issiqlik sarflanadi;

Yoqilg'i tarkibidagi namlikni bug'lanishi uchun sarflanadigan issiqlik miqdori $0,46 \cdot 595 = 274 \text{ kkal}$.

0,95 kg oltingugurt shlakka o'tadi. Biz oltingugurtning barcha miqdori sink bilan bog'liq deb hisoblaymiz. Umumiy reaksiyani hisobga olgan holda



issiqlik balansiga o'zgartirish kiritamiz: $34670 \cdot 0,95 / 32 = 1029$ kkal. Endotermik reaksiyalar sodir bo'lishi uchun zarur bo'lgan umumiy issiqlik

$$Q_{\text{end}} = 2671 + 2043 + 11500 + 420 + 628 + 2444 + 3430 + 274 + 1029 = 24439 \text{ kkal.}$$

Sovuq suv bilan ketadigan issiqlik. Harorati $30-35^{\circ}\text{C}$ bo'lgan kessonlardagi suvning 1 t shixta uchun odatdagi sarfi $2-3,5 \text{ m}^3$ tashkil etadi.

$\Delta t = 35^{\circ}\text{C}$ da 100 kg aglomerat uchun suv sarfi 350 kg ga teng. Shunda kessonlardagi suv bilan issiqlik sarfi $1 \cdot 350 \cdot 35 = 12250$ kkal ga teng.

Tashqi muhitga issiqlikning yo'qolishi. Koloshnik orqali yo'qotishlar (200°C haroratda)

$$Q' = \Phi \cdot 4,96 \cdot \left(\frac{\dot{Q}_o}{100}\right)^4 \times F_o \times \tau_o$$

$$F_{\text{sh}} = 11,73 \text{ m}^2; \Phi = 0,8; \tau_{\text{sh}} = 0,0032 \text{ q; } T_{\text{sh}} = 200 + 273 = 473 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$Q' = 0,8 \cdot 4,96 \cdot \left(\frac{473}{100}\right)^4 \cdot 11,73 \cdot 0,0032 = 75 \text{ kkal.}$$

Ichki gorn tubidagi yo'qotishlar

$$Q'' = g \cdot F_{\text{it}} \cdot \tau_{\text{it}} = 5000 \cdot 11,73 \cdot 0,0032 = 188 \text{ kkal;}$$

$g = 5000 \text{ kkal}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (sovuq podina uchun). Tashqi muhitga umumiy yo'qotishlar miqdori $75 + 188 = 263$ kkal.

Umumiy issiqlik sarflanishi

$$1242 + 14317 + 30 + 6232 + 24439 + 12250 + 263 = 58773 \text{ kkal.}$$

Balansni muvofiqligi va yetishmovchilik $61618 - 58773 = 2845$ kkal.

Issiqlik balansiga muvofiq yoqilg'i sarfi:

$$11,5 \cdot \frac{56342 - 2845}{56342} = 10,9 \text{ \%}.$$

Hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga muvofiqlashtiramiz.

7.1-jadval 100 kg qo'rg'oshin aglomerati uchun shaxtali eritishning issiqlik balansi

Issiqlikning kelishi			Issiqlikning sarflanishi		
Balans obyektlari	kkal	%	Balans obyektlari	kkal	%
Yoqilg'i issiqligi	56342	91,44	Xomaki qo'rg'oshin	1242	2,02
Shixta issiqligi	240	0,39	Shlak	14317	23,24
Yoqilg'ining fizik is- siqligi	46	0,07	Chang	30	0,05
			Chiquvchi gazlar	6232	10,11

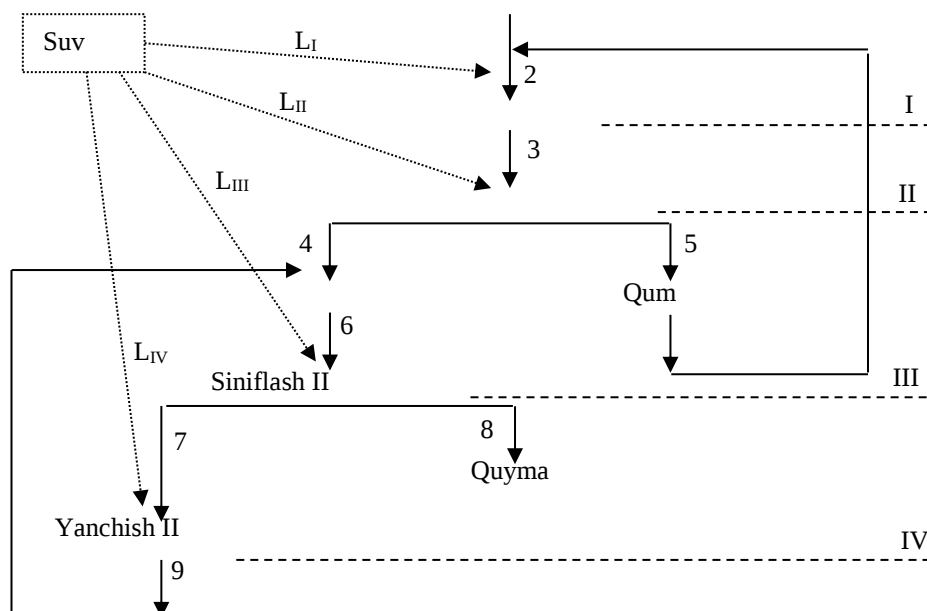
Havoning fizik is-siqligi	405	0,66	Endotermik reaksiyalar	24439	39,66
Ekzotermik jarayonlar	4585	7,44	Suvni sovutish uchun	12250	19,88
			Tashqi muxitga yo'qotishlar	263	0,43
			Yetishmovchilik	2845	4,61
Jami	61618	100,0	Jami	61618	100,0

8-AMALIY MASHG'ULOT. MURAKKAB OLTIN TARKIBLI RUDALARNI QAYTA ISHLASH JARAYONINI HISOBLASH.

Ishdan maqsad. Murakkab tarkibli oltinni rudalardan ajratib olish uchun tarkibida oltingugurtli sulfidli boyitmalar ishlab chiqarish, flotatsion boyitmalarni oksidlovchi usulda kuydirish jarayoni hisoblash.

Oltinni sulfidli rudalardan ajratib olish uchun tarkibida oltingugurtli sulfidli boyitmalar ishlab chiqarish, flotatsion boyitmalarni oksidlovchi usulda kuydirish va oksidlangan boyitmani eritib olish bilan ruda tayyorlash operatsiyalari (ikki bosqichli silliqlash), flotatsion boyitmasiyani ta'minlaydigan sxema qabul qilindi.

Tegirmonni hisoblash uchun biz ikki bosqichli silliqlashning texnologik sxemasini tuzamiz (8.1.-rasm.), Sxemada operatsiyalar rim raqamlarida va arabcha mahsulotlarda ko'rsatilgan:



8.1.-rasm. Ikki bosqichli silliqdash sxemasi

Sxemada 6 ta operatsiya (4 ta ajratish operatsiyasi - 1 va 2 ni maydalash, 1 va 2 tasniflash, 2 ta aralashtirish operatsiyalari (birinchi va ikkinchi silliqdash bosqichlarining tegirmonlariga klassifikator qumlarini berish)), 9 ta mahsulot (ruda, 6 ta ajratish operatsiyalari va 2 ta aralashtirish ishlari). Hisoblash bitta komponent - ruda uchun amalga oshiriladi.

Hisoblash uchun dastlabki ko'rsatkichlar soni quyidagilarga teng:

Ushbu dastlabki ko'rsatkichlar silliqdash bosqichlarida silliqdashning nozikligi, ya'ni. mahsulotdagi dizayn klassi -0.074 mm miqdorining oziq-ovqat tarkibidagi tarkibiga nisbati [8].

Hisoblash silliqdashning nozikligi $0,1$ mm (sinfning 90% -). 074 mm) uchun amalga oshiriladi. Dizayn sinfining tarkibi $-0,074$ mm bo'lgan dastlabki pulpada 10% , silliqdashning umumiy darajasi

$$90: 10 = 9,$$

bu ikki bosqichli maydalash darajasiga o'xshashdir.

Ikki bosqichli silliqdash sxemasini keyingi hisoblash bir bosqichli silliqdashni hisoblashning davomi sifatida amalga oshiriladi:

- birinchi guruhga R_n , W : T nisbati II silliqdash paytida kiritiladi - $RIV = 0,5$, tasnif II (gidrosiklonlarda)

$$R_8 = 2,5;$$

- Q_5 sirkulyasiyasi dastlabki quvvat manbaiga nisbatan 250% ga teng;

- Q_9 ning aylanma yuki dastlabki quvvat manbaiga nisbatan 50% ni tashkil qiladi.

atala sxemasini hisoblash uchun yordamchi jadval tuzamiz (8.1-jadval).

Operatsion raqami va mahsulot.	Q_n , t / kun	R_n	W_n , m^3 / kun	Operatsion raqami va mahsulot.	Q_n , t / kun	R_n	V_n , m^3 / kun
1	1130	0,04	45,2	6	1695	--	--
2	3955	--	--	III	1130	--	--
I	3955	0,3	1186,5	8	1130	2,5	2825

3	3955	0,3	1186,5	7	565	0,3	169,5
II	3955	--	--	IV	565	0,4	226
4	1130	1,5	1695	9	565	0,4	226
5	2825	0,25	706,3				

I butana uchun qo'shilgan suv miqdori:

I tasniflash uchun qo'shilgan suv miqdori:

II tasnif uchun qo'shilgan suv miqdori:

II yanchish uchun qo'shilgan suv miqdori:

Umuman olganda, suv silliqlash tsikliga etkazib beriladi:

Vn pulpa hajmini mahsulot va operatsiyalar bo'yicha aniqlang -
 δ - mahsulot zichligi, 2,8 t / m³ ga teng:

$$V_1 = 1130 \left(\frac{1}{2,8} + 0,04 \right) = 448,8 \text{ m}^3 / \text{cym}$$

$$V_3 = 3995 \left(\frac{1}{2,8} + 0,3 \right) = 2625,3 \quad - // -$$

$$V_4 = 1130 \left(\frac{1}{2,8} + 1,5 \right) = 2098,6 \quad - // -$$

$$V_5 = 2825 \left(\frac{1}{2,8} + 0,25 \right) = 1715,2 \quad - // -$$

$$V_7 = 565 \left(\frac{1}{2,8} + 0,3 \right) = 371,3 \quad - // -$$

$$V_8 = 1130 \left(\frac{1}{2,8} + 2,5 \right) = 3228,5 \quad - // -$$

$$V_9 = 565 \left(\frac{1}{2,8} + 0,4 \right) = 427,7 \quad - // -$$

8.2-jadval

Hisoblash natijalari jadvalda umumlashtirilgan

Yo'q. Va boshqalar.	Operatsiyalar va mahsulotlar nomi	Qn, t / kun Rn Wn,	Rn	m ³ / kun Vn,	m ³ / kun
I	Maydalash				
	kirdi:				
1	Ruda	1130	0,04	45,2	448,8
5	Tasniflagich qumlari	2825	0,25	706,3	1715,2
	Suv	-	-	435	435
	Jami:	3995	0,3	1186,5	2599
	chiqdi:				
3	Tegirmonni oqizish	3995	0,3	1186,5	2599

	Jami:	3995	0,3	1186,5	2599
II	Sinflash				
	kirdi:				
3	Tegirmonni oqizish	3995	0,3	1186,5	2599
	Suv		-	1214,8	1214,8
	Jami:	3995	0,6	2401,3	3813,8
	chiqdi:				
4	Tasniflagichni bo'shatish	1130	1,5	1695	2098,6
5	Tasniflagich qumlari	2825	0,25	706,3	1715,2
	Jami	3955	0,6	2401,3	3813,8
III	II klassifikasiya				
	kirdi:				
4	Tasniflagichni bo'shatish	1130	1,5	1695	2098,6
9	II Tegirmonni slivi	565	0,4	226	427,7
	Suv		-	1073,5	1073,5
	Jami	1695	1,8	2994,5	3599,8
	chiqdi:				
8	Gidrosiklon slivi	1130	2,5	2825	3228,5
7	Qumlar	565	0,3	169,5	371,3
	Jami	1695	1,8	2994,5	3599,8
IV	II yanchish				
	Qabul qildi:				
7	Gidrosiklon qumlari	565	0,3	169,5	371,3
	Suv		-	56,5	56,5
	Jami	565	0,4	226	427,8
	chiqdi:				
9	Sliv	565	0,4	226	427,8
	Jami	565	0,4	226	427,8

Bilan bog'liq bo'lgan oltin flotatsiyasini tiklash sxemasini hisoblash

Oltinugurt tarkibidagi sulfidli ruda yanchishdan so'ng, flotasyon boyitish operatsiyasiga yuboriladi. Flotatsiyadan foydalanish rudalardagi oltinning asosiy miqdori sulfidlar bilan bog'liqligi va ularning oldindan tayyorlanmasdan to'g'ridan-to'g'ri siyanlashi oltinni qayta tiklashga imkon bermasligi bilan bog'liq. Flotatsiya miqdori kamaytiradi tarkibida oltin miqdori yuqori bo'lgan boyitmalarni olish uchun qayta ishlangan shiteynerial.

Sulfidli rudalarda oltin asosan pirit va arsenopirit minerallari bilan bog'liq. Bizning holatimizda 5 g / t oltin navli ruda flotatsiyaga etkazib beriladi. Qoldiq chiqindilaridagi oltin miqdori 0,35 g / t. Kollektiv flotatsiyaning texnologik sxemasi 8.2-rasm.

$$\varepsilon_7 = \varepsilon_5 - \varepsilon_6 = 107,6 - 97,89 = 9,72 \%$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 : E_3 = 102,7 : 85,0 \cdot 100 = 120,8 \%$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = 120,8 - 102,7 = 18,1$$

$$\varepsilon_{10} = \varepsilon_4 - \varepsilon_{12} = 18,1 - 7,0 = 11,1 \%$$

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_7 + \varepsilon_{10} = 9,72 + 11,1 = 10,82\%$$

Mahsulotlardagi oltin tarkibining dastlabki hisoblangan ko'rsatkichlarining kerakli soni ham 4 ga teng.

Amaliyot ma'lumotlariga asoslanib, biz quyidagi dastlabki tarkibni tanlaymiz:

$$-10 = 12,3 \text{ g / t}; -9 = 31,2 \text{ g / t}; -6 = 25,7 \text{ g / t}; -8 = 20,62 \text{ g / t}.$$

Mahsulotning rentabelligi va vazni:

$$\gamma_9 = 5 \cdot 0,93 : 31,2 = 0,149$$

$$Q_9 = 1130 \cdot 0,149 = 168,4 \text{ T}$$

$$\gamma_6 = 5 \cdot 0,978 : 25,76 = 0,19$$

$$Q_6 = 1130 \cdot 0,19 = 214,7 \text{ T}$$

$$\gamma_3 = 5 \cdot 1,027 : 20,62 = 0,249$$

$$Q_3 = 1130 \cdot 0,249 = 281,4 \text{ T}$$

$$\gamma_{10} = 5 \cdot 0,111 : 12,3 = 0,045$$

$$Q_{10} = 1130 \cdot 0,045 = 50,8 \text{ T}$$

$$\gamma_8 = \gamma_6 - \gamma_9 = 0,19 - 0,149 = 0,041$$

$$Q_8 = 1130 \cdot 0,041 = 46,3 \text{ T}$$

$$\gamma_5 = \gamma_3 + \gamma_8 = 0,249 + 0,041 = 0,29$$

$$Q_5 = 1130 \cdot 0,29 = 327,7 \text{ T}$$

$$\gamma_7 = \gamma_5 - \gamma_6 = 0,29 - 0,19 = 0,10$$

$$Q_7 = 1130 \cdot 0,10 = 113 \text{ T}$$

$$\gamma_{11} = \gamma_7 + \gamma_{10} = 0,10 + 0,045 = 0,145$$

$$Q_{11} = 1130 \cdot 0,145 = 163,8 \text{ T}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 + \gamma_{12} = 1,0 + 0,145 = 1,145$$

$$Q_2 = 1130 \cdot 1,145 = 1293,8 \text{ T}$$

$$\gamma_4 = \gamma_2 - \gamma_3 = 1,145 - 0,249 = 0,896$$

$$Q_4 = 1130 \cdot 0,896 = 1012,4 \text{ T}$$

$$\gamma_{12} = \gamma_4 - \gamma_{10} = 0,896 - 0,045 = 0,851$$

$$Q_{12} = 1130 \cdot 0,851 = 961,6 \text{ T}.$$

Qolgan tarkibni hisoblash:

$$\beta_2 = 5 \cdot 1,208 : 1,145 = 5,87 \text{ g/T};$$

$$\beta_5 = 5 \cdot 1,076 : 0,29 = 18,6 \text{ g/T};$$

$$\beta_8 = 5 \cdot 0,049 : 0,041 = 6,0 \text{ g/T};$$

$$\beta_4 = 5 \cdot 0,181 : 0,896 = 1,01 \text{ g/T};$$

$$\beta_7 = 5 \cdot 0,0972 : 0,1 = 4,86 \text{ g/T};$$

$$\beta_{11} = 5 \cdot 0,2082 : 0,145 = 7,2 \text{ g/T};$$

$$\beta_{12} = 5 \cdot 0,07 : 0,851 = 0,40 \text{ g/T}.$$

Mahsulotlardagi oltin miqdori quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$P = Q_{n-n}, \text{ g / kun};$$

$$P_1 = 1130 \cdot 5 = 5650$$

$$P_2 = 1293,8 \cdot 5,47 = 7077$$

$$P_3 = 281,4 \cdot 20,62 = 5802,5$$

$$P_4 = 1012,4 \cdot 1,01 = 1022,5$$

$$P_5 = 327,7 \cdot 18,6 = 6095,2$$

$$P_6 = 214,7 \cdot 25,7 = 5517,8$$

$$P_7 = 113 \cdot 4,86 = 549,2$$

$$P_8 = 46,3 \cdot 6 = 277,8$$

$$P_9 = 168,4 \cdot 31,2 = 5254$$

$$P_{10} = 50,8 \cdot 12,3 = 624,8$$

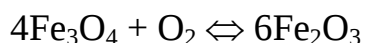
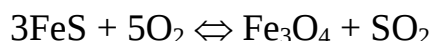
$$P_{11} = 163,8 \cdot 7,2 = 1179,4$$

$$P_{12} = 961,6 \cdot 0,4 = 384,6$$

Hisob-kitoblar natijalariga ko'ra kollektiv boyitma miqdori 168,4 t, boyitmadagi oltin miqdori 31,2 g/t. Boyitmadagi oltinning umumiy miqdori 5254 g.

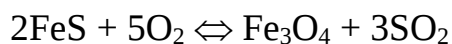
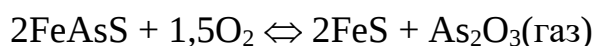
Oltinni siyanlash orqali qazib olish uchun boyitma oksidlanib qovuriladi.

Piritning oksidlanishi 450 – 500 °C haroratda otish paytida boshlanadi. Jarayon pirrotitning oraliq mahsulot sifatida hosil bo'lishi bilan davom etadi, u magnetitga, so'ngra geshteynitgacha oksidlanadi:



Piritni yoqishning optimal harorati 500 dan 700 °C gacha bo'lganligi deyarli aniqlandi.

Arsenopiritning intensiv oksidlanishi taxminan 450 °C dan boshlanadi va oraliq mahsulotlar sifatida pirotit va magnetit hosil bo'lishi bilan davom etadi:



Oltinugurt va mishyak olib tashlanganligi sababli oksidlovchi kuydirish natijasida boyitmadagi oltin miqdori 41,6 g/t ni tashkil etdi.

Sianlash uchun yuborilgan qovurilgan boyitma (shlakli) massasini aniqlaylik:

Qoltiruvchi = $5254 : 41,6 = 126,3$ t.

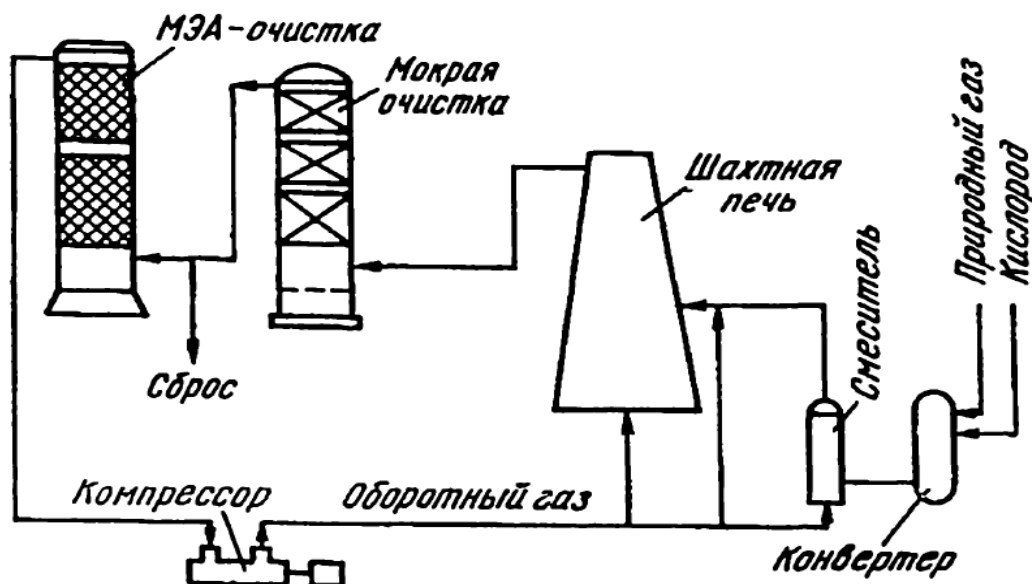
Shlakni gidrometallurgik qayta ishlash uchun biz sorbsion eritma sxemasini tanlaymiz.

5-AMALIY MASHG'ULOT.

SHAXTA PECHIDA TABIIY GAZNING KISLORODLI KONVERSIYASINI QO'LLAB METALLASHGAN QUMOQLAR OLISH JARAYONINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Shaxta pechida tabiiy gazning kislorodli konversiyasini qo'llab metallashgan qumoqlar olish jarayonini hisoblash.

Jarayonning texnologik sxemasi 5.1-rasmda keltirilgan. Dastlabki ma'lumotlar. Konvertatsiya qilingan gazning tarkibi % CO_2 - 2,1; CO - 31,2; H_2 - 53,2; CH_4 -0,4; N_2 - 1,5; H_2O - 11,6.



Kuydirilgan okatish konsentratining kimyoviy tarkibi $\text{Fe}_{\text{umumiy}}$ - 67,2; Fe_2O_3 - 94,9; FeO -1,0; bo'sh tog' jinsi (shu jumladan SiO_2 - 4,1 (3,3). Okatishning metallanish darajasi $\eta_{\text{Fe}} = 95$ %. Metallangan granulalardagi uglerod miqdori 1,2% ni tashkil qiladi. Shaxtali pechning ishlash unumdorligi 50,5 t/soat. Metallashgan okatish 60 °C da granulanadi.

5.1-rasm Tabiiy gazni kislorod yordamida konversiya qilish orqali metallashgan okatish olishning texnologik sxemasi

Aralash gaz harorati (issiq konvertatsiya qilingan va sovuq qayta ishlangan aralashmasi) 1000 °C. Nam va MEA-dan keyin aylanma gazning xususiyatlari tozalash (GIAP bo'yicha): harorat – 40 °C tarkib %: CO₂- 1,5; H₂O - 1,6; CH₄- 1,0; N₂- 4,5; CO - 32,0; H₂- 59,4. Sovutish zonasining chiqish joyidagi sovitish gazining harorati 750 °C. MEA paytida gaz yo'qotishlari tozalash va siqish (GIAP ma'lumotlariga ko'ra) – 7 nm³/t yoki 0,4-0,5%.

Oksidlangan granulalarni shaxtali pechga yuklashda gaz yo'qotishlari pech va undan metallashtirilgan granulalarni tushirish (o'tkazilgan eksperimental ma'lumotlarga asoslanib): tutun gazi - 5 m³/t; kelishish mumkin sovitish gazi - 3 m³/t; harorat farqi gaz va granulalar o'rtasida qabul qilinadi: o'choqda tuyer darajasida - 10-20 °C; o'choqdan chiqishda - kamida 20 °C.

Quvvatni kamaytirishdan foydalanish darajasi har bir o'tish uchun gaz 32%. Metallangan harorat 835 °C sovitish zonasiga kirishda granulalar. Olib ketuvchi yig'lash qabul qilingan 1% (1-3% oralig'ida o'zgarishi mumkin). Namlik oksidlangan granulalar 2% (tebranishlar 1-3%). Harorat oksidlangan granulalarni 20 °C da shaxta pechiga yuklanadi.

Konvertatsiya qilingan gaz quvuriga tabiiy gaz qo'shilishi gaz (yoki aralash) ishlab chiqarish asosida ishlab chiqariladi qora uglerod gazida ~ 5 g/nm³. Okatishlarga aylanadi. Ushbu uglerodning ~ 45%, qolgani esa o'zidan keladi tuyerlarga kiritilgan CH₄ tabiiy gazining parchalanishidan. Karburizatsiya uchun umumiy tabiiy gaz iste'moli 28nm³/t gacha.

1. Metallashgan temir miqdori

$$Fe_{met} = (FeO_{Fe_2O_3} + FeO_{chiq}) \cdot 56/72 \cdot \eta_{Fe};$$

Bu yerda FeO_{Fe₂O₃} – temir oksidining miqdori, tiklanish davrida Fe₂O₃ dan FeO gacha tiklanadi. (Fe₂O₃ = 2FeO + 1/2 O₂), (144/160) = 949(144/160) = 854,1 kg

$$Fe_{metal} = (854,1 + 10) \cdot (56/72) \cdot 0,95 = 638,475 \text{ kg}$$

2. Metallangan granulalardagi temir oksidi miqdori:

$$Fe_{MeO} = (FeO_{Fe_2O_3} + FeO_{chiq})(1 - \eta_{Fe}) = (854,1 + 10)(1 - 0,95) = 43,2 \text{ kg}$$

V. KEYSLAR BANKI

TOPSHIRIQ №2

Hajmi 200 tonna bo'lgan yoyli po'lat eritish pechining material va issiqlik balansini hisoblang

Boshlang'ich ma'lumotlar, %:	C	Si	Mn	Fe
Cho'yan (10%)	4,00	0,95	0,9	Qoldiq
Passport balvanka (75%)	0,12	0,15	0,55	Qoldiq
Lom (13%)	0,20	0,30	0,9	Qoldiq
Po'lat erigandan so'ng	0,23	0,036	0,19	Qoldiq

TOPSHIRIQ №3

Konvertorda shteyn purkash jarayonining issiqlik balansini hisoblash.
Boshlang'ich ma'lumotlar, %: Cu-26,4; S-26; Fe-43,4; O₂-4,2.

TOPSHIRIQ №9

Nikel shteynlarini vertical konvertorda purkash jarayonining issiqlik va material balansini hisonlash. Ni – 19; Fe – 53,2; S – 25,7; Co – 0,9; Cu – 0,5; boshqalar – 0,7.

TOPSHIRIQ №11

Hajmi 220 tonna bo'lgan kislorod konvertorning material va issiqlik balansini hisoblang

Boshlang'ich ma'lumotlar, %:	C	Si	Mn	P	S
Cho'yan (73%)	4,00	0,98	1,02	0,04	0,05
Skrup (27%)	0,2	-	0,65	0,05	0,04
Po'lat oksidlanishidan oldin	0,1	-	0,04	0,01	0,025

VI. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilida ma'nosi	Ingliz tilida ma'nosa
AVTOKLAV	YUqori haroratda va bosimda o'tkaziladigan jarayonlar uchun qo'llaniladigan qurilma.	[autoclave] impermeable apparatus for the acceleration of realization of physical and chemical processes at heating and enhanceable pressure.
ABSORBSIYA	Gazlar aralashmasidagi moddalarning, suyuqliklarning butun hajmga yutilishi.	Absorption (extraction) of substances from gas mixture all volume of liquid (by an absorbent). Absorption - one of processes of dissolution of certain gas in a liquid solvent.
AGLOMERAT	Aglomeratsiya jarayomida olingan mahsulot, har xil shaklli, g'ovakli donalar.	sinter, agglomerate piece material, product of agglomeration, raw material for ferrous and coloured metallurgy. 2. compound in more large formations of particle of sprinkles of snow of, got adhesion interparticle grasping or agglomeration, use for the improvement of technological properties on powders
AGLOMERATSIYA	Kukunsimon ma'dantosh va boyitmalarning xossalarni yaxshilash va yiriklashtirishning haroratli usuli, odatda ashyoga qo'shimcha moddalar va mayda ko'mir qo'shib aralashtiriladi va aralashma atlamidan havo o'tkazilib yoqilg'i yondiriladi, sulfidlar oksid holiga o'tadi, natijada zarralar birbiriga yopishib yirik dona hosil qiladi.	sintering, agglomeration thermal process sintering fine materials (ores, ore concentrates, soder-zhaschih waste metals and other) - the components of metallurgical charge by their speka-niya in order to give shape and properties required for melting.
ADSORBSIYA	Eritmadagi molekula va ionlarning qattiq jism sirtiga yutilishi.	Adsorption heterogeneous process at the interface (gas, vapor - solid, liquid) and consisting in a concentration (absorption) of the substance (adsorbate) of the volume on the surface or in the bulk micro-pore

		solid (adsorbent) or on the liquid surface)
BIOTEXNOLOGIY A metallov	Mikroorganizmlar ishtirokida ma'dantosh va boyitmalardan ma'danlarni ajratib olish usuli.	metal biotechnology technology of extracting metals from ores, concentrates, rocks and rastvorov using microorganisms or their metabolites (products of metabolism in living cells).
BOKSIT	Alyuminiyning tabiiy javohiri. Tarkibida asosan alyuminiy, temir va siliysiy oksidi bo'lgan tog' jinsi. (Fransiyaning Le Bo joyi nomidan).	Bauxite rock composed of hydroxide and oxyhydroxide Al and the average, which is close in composition to $Al_2O_3 \cdot H_2O$, including Gibbs (gibbsite) $Al(OH)_3$; a-boehmite $AlO(OH)$ and diaspora $NaAlO_2$ impurities: SiO_2 , P_2O_5 , CaO , MgO , CO_2 .
BRIKETIROVANIE	Mayda zarrachalarga qovushtiruvchi moddalar qo'shib, mahsus dastgohlarda yirik donachalarga aylantirish jarayoni.	Briquetting processing of materials in small pieces of the correct form of equal mass (briquettes) in pressovaniem tape, Roller, shtempel'nyh ring and presses.
BRIKETI	Kukunsimon zarrachalarni zichlab ma'lum shakl va yirik dona xoliga keltirilgan maxsulot.	Briquet Pressed as bricks, tiles or small pieces of materials (coal, ore, etc.), with or without additives. Briquettes should be water- and weather-resistant, high strength, not contain harmful substances have high metallurgical strength.
BUNKER	Sochiluvchi va donador ashlarni saqlaydigan qurilma. Ashylarning oson tuishi uchun hampaning pastki qismi kesik konus yoki piramida shaklida bo'ladi.	Bunker storage capacity bulk materials (ores, concentrates, metallized pellets and the like) discharged through the bottom of the poppet valve or the feeder. To unload the bottom of the hopper samostoytelno performed naklonnyimi walls of an inverted pyramid or truncated cone.
VAGRANKA	Kuyish sexlarida chuyanni eritish uchun sul laniladigan minora pech, suvvati 1, O dan 60 t soatgacha buladi.	Cupola shaft furnace for melting iron foundries, working on the principle of counterflow.

VAKUUM	Siyrak gazli muqit. Idish ichidagi gaz boen-mi, tashkaridagi. qavo bosimidan knchik buladi.	Vacuum the state entered into a vessel (airtight container) gas having a pressure of $<10 \sim 3 \text{ atm}$ (102 Pa); gas at a pressure of 10^{-3} to 10 atmospheres (102-104 Pa). Partial call.
VAKUUMATOR	Po‘latni eritish agregatlaridan keyinvakuumlovchi texnologik qurilma.	vacuum degasser Technological systems for the evacuation began after the release of the melting unit.
VAKUUMIROVANI E	Atmosfera bosimidan pas bosim olish uchun gazlarni, bo‘g‘larni idishdan chiqarish.	vacuum degassing Removal of gas, steam or vapor medium from the vessels and devices with tse-lyu getting them below atmospheric pressure.
VOSSTANOVLENI E	Atom yokn ionlarning uziga elektron biriktirib olish bilai boradigan kimyoviy reaksiya.	reduction; recovery Joining elements atom, molecule or ion that leads to a decrease in the degree of oxidation. 2. Weaning and binding oxygen, chlorine, etc. of oxides, chlorides and other metal compounds, and also of reducing ores using
VSKRYITIE	Foydali qazilmalar yuzasini ochish.	opening; stripping Opening of mineral deposits - conducting capital mining, access from the surface to the deposit or part of it, and making it possible to prepare, gor-nyh workings for mining services face
VЫKRUCHIVANIE	Tuyingan eritmaga pusht kushib chukmaga tushirish.	twisting; unscrewing hydrolysis of sodium aluminate with the introduction of freshly precipitated crystals za-travki $\text{Al}_2(\text{OH})$ and stirring at proizvodstve Al_2O_3 .
VIPARIVANIE	Moddaning kaynash xaroratidan yuqori darajada qizdirib, gaz xolatiga utkazish.	Evapoliiquid separation of the volatile solvent in the form of a pair of p-rennogo it nonvolatile veschestvaputem pod-voda heat in order to obtain a con-centered. rastvorovlibo vesch-in, Practical. not with-holding district-solvent. When atm. pressure. ve-dut, usually at the rate of re-boiling p-pa, with a swarm evaporation occurs

		very intensive
VISHELACHIVANI E	Ma'dantosh va eritmalardan maxsus sharoitlarda ma'dantoshlarni eritmaga utkazish jarayoni.	Leaching Individual components of the solid material using a solvent extraction based on the ability to dissolve substances better than other components; impurities during hydrometallurgical. extracting metals from ores, powder metallurgy etc.
GARNISAJ	Datin olovbardosh ximoya katlami. Erish jarayonida ba'zi ma'danchilik pechlarining devorlari ichki yuzalarida xosil buladi va ularni eyilishdan saqlaydi.	Skull The hard protective layer from the deposited materials or slag formed on the working surface of the working space wall certain metallurgical aggregate resulting physico-chemical interaction of the charge and gases in the furnaces and also lined with refractory material and high-time to reduce the heat of the inner and outer surfaces .
GEMATIT	Mtemirli rudasida eng muxim mineraldan biri FeO	Hematite mineral composition FeO, one of the most important iron ores.
GIDROMETALLUR GIYA	Ma'danlarni ma'dantoshlar, boyitmalar va turli ma'danchilik yuzasi chikindilaridan kimyoviy reagentlarning suvli eritmaları yordamida eritib, eritmaga utkazish va keyin ularni eritmadan ajratib olish. Gidroma'danchilik ma'dantoshga mexanik ishlov berish, (maydalash, tasniflash, kuyultirish) ma'dantosh yoki boyitmani kimyoviy tarkibini uzgartirish (kizdirish, reagentlar bilan parchalash tanlab eritish, suvsizlantirish, yuvish, suzit, tindirish, keraksiz aralashmalardan tozalash, ma'danlar va	Hydrometallurgy Extracting metals from ores and concentrates, and the waste of different industries using aqueous solutions of chemical agents followed by isolation of metals or their compounds from solutions.

	ularning birikmalarini erit-malardan chuktirish, chukmalarga ishlov berish kabi jarayonlardan iborat.	
GORELKA	Gazsimon, suyuq va qattiq yoqilg'ilarni havo bilan aralashtirib yoqadigan qo'rirlma.	Burner Apparatus for forming mixtures of gaseous, liquid or pulverized fuel and air or kislodorodum of incineration.
GORN	Oddiy metallurgik pech.	Hearth The simplest metallurgical furnace hearth at an early stage of development of metallurgy.
DESORBSIYA	Sorbent ichiga shimilgan moddalarni turli erituvchilar yordamida ajratib eritmaga chiqarish.	Desorption removing substance absorption (gas, vapor, liquid, ions) with the surface of solid or liquid body. Desorption carry the stripper heat, decreasing
DEFOSFORATSIYA	Erigan po'lat, shlak, chuyan tarkibidan fosforni yo'qotish.	Dephosphorization dephosphorization of molten pig iron, steel and slag.
DINAS	O'tga chidamli material, tarkibi 93 % SiO ₂ ;	Silica The refractory material containing 93% SiO ₂ ; widely used. in metallurgy for the lining of melting and heating furnaces, ladles, etc. n.
KLINKER	Rux keklarini velsevlash natijasida qolgan qattiq qoldiq.	Clinker Solid sintered, Waelz residue waste metallurgical production (muffins, raymovki, slag), as well as other products containing Zn.
KOKS	Suniy qattiq yoqilg'i turi	Coke Solid combustible residue resulting from the heating of the limited materials without air ..
KOKSIK	Yirikligi 0.10 mm ga teng bo'lgan koks kukuni. Temir rudalarini aglomeratsiyalash davrida yoqilg'i va tiklovchi vazifasini bajaradi.	coke fines coke breeze - coal coke with grain size of 0-10 mm. Coke fines is polzuyut as fuel and reducing agent during sintering of iron ore.
LEIHIAD	SHaxtali pech futerovkasining pastki qismi	Hearth lower (bottom) part of the lining of the shaft furnace
LOM	Temir tersak chiqindilari	Scrap unusable or lost value in use of the products of ferrous and nonferrous metals and alloys, as

		well as produced in the process of steel production and metal processing wastes, used for remelting in metallurgical aggregates.
MAGNETIT	Magnitli temir. Temirning asosiy minerallaridan biridir shpinel, mineralining o'rtacha kimyoviy tarkibi FeO- Fe ₂ O ₃ ; 31 % FeO, 69 % Fe ₂ O ₃ ; 72,4 % Fe; kupincha ishtirok etadi MgO, Cr ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , MnO, ZnO i dr	Magnetite Magnetite, spinel, a mineral group consisting of a complex oxide FeO- Fe, O ₃ ; contains 31% FeO, 69% Fe ₂ O ₃ ; 72,4% Fe; impurities are often present MgO, Cr ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , MnO, ZnO, etc.
MNLZ	Zagotovkalarni quyish mashinasi	SSM (continuous casting machine continuous casting machine continuous casting machine in which the process of crystallization of the molten metal and the formation of a cast billet
MELNITSA	Qattiq mineralli xomashyoni yanchish uchun mo'ljallangan agregat	Mill machine for grinding solid mineral raw materials, powders, etc.
METALLURGIYA	Ruda va boshqa materiallardan metallarni ajratib olishni o'z ichiga oluvchi sanoat soxasi	metallurgy field of science and technology and industry, covering the production of metals from ores and other materials, as well as the processes related to the change in the chemical of composition, structure and properties of metallic alloys.

VII. Foydalanilgan adabiyotlar

1. Treatise on process metallurgy Industrial Processes Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.
2. Charles Herman Fulton Principles of Metallurgy: An Introduction to the Metallurgy of the Metals Forgotten Books (July 19, 2012)
3. Chemical Metallurgy: Principles and Practice. Chiranjib Kumar Gupta
4. Copyright © 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
5. Samadov A.U., Xolikulov D.B. Ikkilamchi metallurgiya asoslari. –T.: FAN, 2011. – 288 b.
6. 2.Sanakulov K. Nauchno-texnicheskie osnovy pererabotki otxodov gorno-metallurgicheskogo proizvodstva. –T.: FAN, 2009.-405 s.
7. K.S. Sanakulov, A.S. Xasanov Pererabotka shlakov mednogo proizvodstva. – T.: FAN, 2007.-256 s.
8. «Ikkilamchi metallurgiya asoslari» fanidan maruzalar matni. Navoiy davlat konchilik instituti. D. B. Xolikulov, 2007. 130 b.
9. Санакулов К. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. –Т.: ФАН, 2009. – 405 с.
10. К.С. Санакулов, А.С. Хасанов Переработка шлаков медного производства. –Т.: ФАН, 2007. -256 с.
11. .Metallurgy: A Brief Outline of the Modern Processes for Extracting the More Important Metals (Classic Reprint), by Wilhelm Borchers. 2012
- 12.Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. – М.: Металлургия 1999. – 398 с.