

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

**A.A.YUSUPXODJAYEV, B.T.BERDIYAROV,
S.T.MATKARIMOV, S.Q. NOSIRXO‘JAYEV**

OG‘IR RANGLI METALLAR METALLURGIYASI

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

UDK 669.21

Yusupxodjayev A.A., Berdiyarov B.T., Matkarimov S.T., Nosirxo'jayev S.Q.
Og'ir rangli metallar metallurgiyasi. Darslik. –Toshkent: 2020.-210b.

Mazkur darslik “Og'ir rangli metallar metallurgiyasi” fani dasturi asosida yozilgan bo'lib, ma'ruza matnlari va bir qator qo'shimcha materiallarni o'z ichiga jamlagan. Unda metallurgik texnikasining rivojlanishdagi asosiy yo'llanmalari, O'zbekistonda mis metallurgiyasining rivojlanishi, nikel olish texnologiyasi va xom ashyo zaxiralari, sulfidli nikel rudalarni qayta ishlash usullari, rux metallurgiyasiga doir ma'lumotlar, hom ashyo tavsifi va ajratib olishning asosiy texnologiyalar, qurg'oshin va uning birikmalarining xususiyatlari, hom ashyo va qayta ishlash usullari kabi ma'lumotlar yoritib o'tilgan.

Данной учебник написан на основе предмета "Металлургия тяжёлых цветных металлов" и содержит в себе текст лекций и других дополнительных материалов. В нем рассматриваются такие темы как, основные направления развития металлургической техники, развитие металлургии меди в Узбекистане, технология производства никеля и запасы сырья, способ переработки сульфидных никелевых руд, значения металлургии цинка, основные технологии получения и классификация сырья, свойства свинца и его соединений, сырье и способы его переработки.

This textbook is written on the basis of the subject "Metallurgy of noble metals" and contains the text of lectures and other additional materials. It considers such topics as, main directions of metallurgical equipment development, development of copper metallurgy in Uzbekistan, nickel production technology and raw material reserves, method of processing sulphide nickel ores, zinc metallurgy values, basic production technologies and raw material classification and properties of lead and its compounds, raw materials and methods of its processing.

Taqrizchilar: **Ro'zibayev B.R.** -ToshKTI, “Silikat materiallar va kamyob, Og'ir rangli metallar texnologiyasi” kafedrası dotsenti
Qalandarov Q.S. - dots.,ToshDTU, “Konchilik ishi”kafedrası dotsenti

MUNDARIJA		
	SO‘Z BOSHI.....	8
	KIRISH.....	9
1-BOB.	Mis ishlab chiqarish texnologiyasi	10
1.1.	Metallurgik texnikasining rivojlanishdagi asosiy yo‘llanmalari. O‘zbekistonda mis metallurgiyasining rivojlanishi.	10
1.2.	Mis iste'molchilari. Mis ishlab chiqarishning xom ashyosi.	20
1.3.	Misni ishlab chiqarishning umumiy prinsiplari	28
1.4.	Yallig‘-qaytaruvchi pechda eritiladigan mis xomashyosining tavsifi va uni eritish jarayoniga tayyorlash	43
1.5.	Yallig‘-qaytaruvchi pechda kuydirilmagan sul'fidli mis boyitmalarini eritishda kechadigan fizika- kimyoviy o‘zgarishlar	51
1.6.	Yallig‘-qaytaruvchi pechning konstruksiyasi. Yallig‘-qaytaruvchi pechda eritishning amaliyoti	62
1.7.	Sul'fidli mis boyitmalarni avtogen eritish jarayonlarining umumiy tavsifi	70
1.8.	Kislorod-mash'ala pechida eritish uchun shixtani tayyorlash	74
1.9.	Sul'fidli mis boyitmasini kislorod-mash'al pechida (KMP) eritishda kechadigan fizika- kimyoviy jarayonlar	77
1.10.	Kislorod-mash'ala pechida sul'fidli mis boyitmalarni eritish jarayonining amaliyoti (texnologiyasi)	81
1.11.	Sul'fidli mis boyitmalarni suyuq vannada eritish (Vanyukov jarayoni)	89
1.12.	Mis shteynlarini konverterlash jarayonining kimyosi	96
1.13.	Mis shteynlarini konverterlash jarayoni reaksiyalarining termodinamikasi	101
1.14.	Konvertelash jarayonida oksidlanish va shlak hosil bolish sharoitlari	105
1.15.	Mis shteynlarini konverterlash jarayonining amaliyoti	108
1.16.	Homaki misni olovli tozalashning nazariy asoslari	110
1.17.	Homaki misni olovli rafinirlash jarayonining amaliyoti va dastgohlari	113
1.18.	Misni elektrolitik rafinirlash jarayonining nazariy asoslari. Jarayonning kimyosi	119
1.19.	Mis elektroliz ko‘rsatgichlari. Anod misni elektrolitik rafinirlashning amaliyoti va dastgohlari	121
2-BOB	Nikel va kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi	131
2.1.	Nikel olish texnologiyasi va xom ashyo zaxiralari. Sul'fidli nikel rudalarni qayta ishlash usullari	131
2.2	Kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi	139

3-BOB	Rux ishlab chiqarish texnologiyasi	141
3.1.	Rux metallurgiyasiga doir ma'lumotlar, hom ashyo tavsifi va ajratib olishning asosiy texnologiyalar	141
3.2.	Sulfidli rux boyitmasini kuydirish jarayonlarining maqsadi, turlari va fizika-kimyoviy asoslari	147
3.3.	Sulfidli rux boyitmasini «Qaynar qatlam» pechida kuydirish amaliyoti	150
3.4.	Rux kuyindisini tanlab eritish jarayonining nazariy asoslari	155
3.5.	Rux kuyindisini tanlab eritish amaliyoti va dastgohlari	161
3.6.	Rux sul'fat eritmalarini zarralardan tozalashning nazariy asoslari va amaliyoti	163
3.7.	Ruxni eritmalardan elektroliz usulida ajratib olish jarayonining nazariy asoslari	166
3.8.	Ruxni elektr cho'ktirish jarayonining ko'rsatgichlari va rejimlari	170
3.9.	Rux keklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash – vel'sevlash jarayoni	173
3.10.	Rux kellarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash	177
3.11.	Kadmiy birikmalarining xususiyatlari va ularni texnologik jarayonlarga ta'siri. Mis-kadmiy kekini qayta ishlash	180
4-BOB.	Qo'rg'oshin ishlab chiqarish texnologiyasi	187
4.1.	Qurg'oshin va uning birikmalarining xususiyatlari, hom ashyo va qayta ishlash usullari	187
4.2.	Qurg'oshin boyitmasini aglomerasion kuydirish	190
4.3.	Qo'rg'oshin aglomeratini minorali (shaxtali) pechda tiklovchi eritish jarayoni	191

	СОДЕРЖАНИЕ	
	ПРЕДИСЛОВИЕ.....	8
	ВВЕДЕНИЕ.....	9
ГЛАВА 1.	Технология производства меди	10
1.1.	Основные направления развития металлургической техники. Развитие металлургии меди в Узбекистане.	10
1.2.	Потребители меди. Шихта для производства меди.	20
1.3.	Общие принципы производства меди.	28
1.4.	Классификация сырья для расплавления меди и подготовка к выплавке в отражательных печах.	43
1.5.	Протекание физико-химических изменений при расплавлении необоженных сульфидных медных концентратов в отражательных печах.	51
1.6.	Конструкция отражательной печи. Практика плавления в отражательных печах.	62
1.7.	Общая характеристика автогенных процессов плавления	70

	сульфидных медных концентратов.	
1.8.	Подготовка шихты к плавлению в кислородно-факельных печах.	74
1.9.	Протекание физико-химических процессов при расплавлении сульфидных медных кислородно-факельных печах (КФП).	77
1.10.	Практика (технология) плавления сульфидных медных концентратов в кислородно-факельных печах.	81
1.11.	Плавка сульфидных медных концентратов в жидкой ванне (процесс Ванюкова).	89
1.12.	Химия процесса конвертирования медных штейнов.	96
1.13.	Термодинамика реакций процесса конвертирования медных штейнов.	101
1.14.	Условия для окисления и образования шлаков в процессе конвертирования.	105
1.15.	Практика процесса конвертирования медных штейнов.	108
1.16.	Теоретические основы огневой очистки черновой меди.	110
1.17.	Практика и оборудование процесса огневого рафинирования черновой меди.	113
1.18.	Теоретические основы электролитического рафинирования меди. Химия процесса.	119
1.19.	Показатели электролиза меди. Практика и оборудование электролитического рафинирования анодной меди.	121
ГЛАВА 2.	Технология производства никеля и кобальта.	131
2.1.	Технология производства никеля и запасы сырья. Способ переработки сульфидных никелевых руд.	131
2.2.	Технология производства кобальта.	139
ГЛАВА 3.	Технология производства цинка.	141
3.1.	Значения металлургии цинка, основные технологии получения и классификация сырья.	141
3.2.	Цель процесса обжига сульфидных цинковых концентратов, физико-химические основы и их разновидности.	147
3.3.	Практика процесса обжига сульфидных цинковых концентратов в печах КС.	150
3.4.	Теоретические основы процесса выщелачивания цинковых огарков.	155
3.5.	Практика выщелачивания цинковых огарков и оборудования.	161
3.6.	Теоретические основы и практика очистки растворов сульфата цинка от частиц.	163
3.7.	Основы теории процесса извлечения цинка из растворов методом электролиза.	166
3.8.	Показатели и режимы процесса электроосаждения цинка.	170

3.9.	Переработка цинковых кеков пирометаллургическим способом-процесс вельцевания.	173
3.10.	Гидрометаллургический способ переработки цинковых кеков.	177
3.11.	Свойства соединений кадмия и их влияние на технологические процессы. Переработка медно-кадмиевого кека.	180
ГЛАВА 4.	Технология производства свинца.	187
4.1.	Свойства свинца и его соединений, сырье и способы его переработки.	187
4.2.	Агломерационный обжиг свинцового концентрата.	190
4.3.	Восстановительный процесс плавления свинцового агломерата в шахтных печах.	191
CONTENTS		
	THE FOREWORD	8
	INTRODUCTION	9
CHAPTER 1.	PRODUCTION TECHNOLOGY OF COPPER	10
1.1.	Main directions of metallurgical equipment development. Development of copper metallurgy in Uzbekistan.	10
1.2.	Consumers of copper. Charge for copper production.	20
1.3.	General principles of copper production.	28
1.4.	Classification of raw material for copper melting and preparation for smelting in reflecting furnaces.	43
1.5.	Physical and chemical changes occur when unburned sulphide copper concentrates melt in reflection furnaces.	51
1.6.	Design of the reflective furnace. Melting practices in reflection furnaces.	62
1.7.	General characteristic of autogenic melting processes of sulfide copper concentrates.	70
1.8.	Preparation of charge for melting in oxygen-flare furnaces.	74
1.9.	Physical and chemical processes during melting of sulphide copper oxygen-flare furnaces.	77
1.10.	Practice (technology) of melting sulfide copper concentrates in oxygen flare furnaces.	81
1.11.	Smelting sulphide copper concentrates in a liquid bath (Vanyukov process).	89
1.12.	Chemistry of copper matte conversion process.	96
1.13.	Thermodynamics of reactions of copper matte conversion process.	101
1.14.	Conditions for oxidation and slag formation during conversion.	105
1.15.	Practice of copper matte conversion process.	108

1.16.	Theoretical foundations of fire cleaning of blister copper.	110
1.17.	Practice and equipment of fire refining process of black copper.	113
1.18.	Theoretical foundations of electrolytic refining of copper. Process chemistry.	119
1.19.	Copper electrolysis indicators. Practice and equipment of electrolytic refining of anode copper.	121
CHAPTER 2.	NICKEL AND COBALT PRODUCTION TECHNOLOGY.	131
2.1.	Nickel production technology and raw material reserves. Method of processing sulphide nickel ores	131
2.2	Production technology of cobalt.	139
CHAPTER 3.	PRODUCTION TECHNOLOGY OF ZINC.	141
3.1.	Zinc metallurgy values, basic production technologies and raw material classification.	141
3.2.	The purpose of the process of burning sulphide zinc concentrates, physicochemical bases and their varieties.	147
3.3.	Practice of the process of burning sulphide zinc concentrates in KS furnaces.	150
3.4.	Theoretical basis of the process of zinc fire leaching.	155
3.5.	Practice of leaching zinc cucumbers and equipment.	161
3.6.	Theoretical basis and practice of cleaning zinc sulfate solutions from particles.	163
3.7.	The basis of the theory of the process of zinc extraction from solutions by electrolysis method.	166
3.8.	Indicators and modes of zinc electrodeposition process.	170
3.9.	Processing of zinc cakes by pyrometallurgical method-process of velting.	173
3.10.	Hydrometallurgical method of zinc heeks processing.	177
3.11.	Properties of cadmium compounds and their effects on processes. Processing of a copper-cadmium kek.	180
CHAPTER 4.	PRODUCTION TECHNOLOGY OF LEAD.	187
4.1.	Properties of lead and its compounds, raw materials and methods of its processing.	187
4.2.	Agglomeration roasting of lead concentrate.	190
4.3.	Reduction process of lead agglomerate melting in mine furnaces.	191

SO‘Z BOSHI

Og‘ir rangli metallar metallurgiya kursi yosh mutaxassislariga ishlab chiqarish va ilmiy izlanish ishlarida murakkab sanalgan jarayonlarni oson o‘zlashtirishga yordam beradi. Mazkur darslikning muhim tomoni shundan iboratki, zamonaviy ilmiy adabiyotlarni o‘rganishda, ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishda va talabalarni boshqa texnologik ahamiyatga ega bo‘lgan mutaxassisliklarni ham o‘rganishda bu kursning puxta o‘rganilishi talab etiladi.

E‘tiboringizga havola etilayotgan mazkur darslik oily o‘quv yurtlari talabalar iuchun mo‘ljallangan bo‘lib, u imkon qadar “Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi” kursining barcha mavzularini o‘z ichiga mujassamlashtirgan. Bu o‘quv qo‘llanmadan sanoat ishlabchiqarish korxonalarida ishlayotgan metallurgiya mutaxassislari hamda sohasi yaqin bo‘lgan oily o‘quv yurtlarida ta‘lim olayotgan talabalar ham foydalanishlari mumkin.

Mazkur darslik mualliflarning ko‘pyillar mobaynida oily o‘quv yurtlarida, o‘rtamaxsus ta‘lim bilim yurtlaridagi ilmiy-pedagogik faoliyatlarida metallurgiya va shu sohaga tegishli fanlarni o‘qitishda to‘plangan tajribalari asosida yozilgan. Ayni paytda mazkur kurs bo‘yicha o‘zbek tilidagi adabiyotlarning kamligi ham ushbu qo‘llanmani yaratilishiga asosiy turtki bo‘ldi.

KIRISH

Bugungi kunda metallurgiya sanoati jadallik bilan rivojlanib bormoqda. Metallga bo'lgan ehtiyojning keskinlik bilan oshishi yangi turdagi texnologiyalarni yaratishga sabab bo'lmoqda. Jumladan iqtisodning turli tarmoqlarida og'ir rangli metallar hisoblanuvchi mis, rux, qo'rg'oshin, qalay, kadmiy, nikel, kobalt metallariga talab oshib bormoqda.

Hozirgi vaqtgacha mis metallurgiyasida keng tarqalgan texnologik sxema va ularning qurilmalarini joylashish sxemalari ko'pgina kamchiliklarga ega. Ularning asosiy kamchiligi sifatida qimmatli komponentlarni texnologiyaning mahsulot va yarim mahsulotlari bilan ifloslanishiga olib keluvchi, rudali xom ashyoning ko'p bosqichli qayta ishlanishini keltirish mumkin. Buning natijasida ular rudali xom ashyodan to'liq va hamma foydali komponentlarni ajratib olinishini ta'minlamaydi. Bundan tashqari, mavjud pirometallurgik jarayonlar, birinchi navbatda energetik sarf – xarajatlar bilan bog'liq bo'lgan rudali eritish atrof muhitni ifloslanishiga olib keladi. Qo'llanilayotgan ko'pgina jarayonlarni eskirib, hozirgi kun talabiga javob bermaydigan deb atash mumkin.

“Og'ir rangli metallar texnologiyasi” fani xom ashyoni metallurgik qayta ishlashga tayyorlash, piro- va gidrometallurgik usullardan foydalanib metall tarkibli xom ashyoni qayta ishlab asosiy metallni ajratib olish, asosiy metallardan tashqari yarim mahsulot va chiqindilardan qolgan qimmatbaho moddalarni ajratib olish, qayta ishlash jarayonida kechadigan fizika-kimyoviy o'zgarishlarni bilish va ularga ta'sir etish, metall tarkibli xom ashyolarni qayta ishlashda qo'llaniladigan asosiy va yordamchi dastgohlar turi va ularning ishlash printsiplarini bilish to'g'risida bilimlarni o'rgatadi. Shu sababdan fan “Metallurgiya” yo'nalishidagi mutaxassislarini tayyorlashda dolzarbdir.

1-BOB. MIS ISHLAB CHIQRARISH TEXNOLOGIYASI

1.1. Metallurgik texnikasining rivojlanishdagi asosiy yo'llanmalari.

O'zbekistonda mis metallurgiyasining rivojlanishi.

Bir qator foydali qazilmalar (metall) bo'yicha O'zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatidan MDH mamlakatlaridagina emas, balki butun dunyoda ham yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Masalan, oltin zaxiralari bo'yicha respublika dunyoda 4-o'rinda, uni qazib olish bo'yicha 7-o'rinda, mis zaxiralari bo'yicha 10–11-o'rinda, uran zaxirasi bo'yicha 7–8-o'rinda turadi.

O'zbekiston Respublikasining salohiyati juda yuqori. Ayniqsa, mustaqillik yillarida og'ir sanoat, ya'ni konchilik sanoati tez sur'atlarda rivojlanmoqda. Qisqa tarixga nazar tashlaydigan bo'lsak, bugungi kunda 2000 dan ortiq sanoat korxonalari ishlab turgan bo'lsa, ulardan 50% ga yaqini og'ir sanoat tarmog'iga mansubdir. Shulardan ko'pchiligi, 1970–1980-yillarda yarim mahsulot holda olingan mahsulotlar boshqa respublikalarda, xususan, Rossiyada tayyor holda olinar edi.

1926-yilda geolog V. N. Nasledov tomonidan Qoramozor tog'larida bir qator konlarning topilishi bu hududda ilk ma'danli konlarning ochilishiga zamin yaratdi. 1925-yilda mineral xomashyoning turli xillarini qidirib topish va ularni o'rganish ishlarini tezlashtirish maqsadida Geologiya qo'mitasining O'rta Osiyo bo'limi tashkil qilindi. Geologiyada mahalliy aholiga suyangan holda tog' yo'llarini, eski g'orlarni, qadimiy konlarni yaxshi biladigan tog'lik aholi yordamida birin-ketin yaxshi natijalarga erishila boshlandi. 1929-yilda Samarqand viloyatida Langar molibden koni ochilgan bo'lsa, oradan 5 yil o'tgach, shu konda volfram rudalari borligi aniqlandi. 1933–1934-yillarda geolog D. M. Bogdanovich Angrendagi Jigariston hududida kaolin xomashyosi bo'yicha qidiruv ishlarini amalga oshirish jarayonida ko'mir zaxirasi borligini aniqladi. 1940-yilda G. S. Chekrisov bu konning sanoat miqyosida xalq xo'jaligi ahamiyatiga molik ekanligini aniqladi. Oradan 1–2 yil o'tgandan so'ng Angren ko'mir havzalarida qurilish ishlari boshlab yuborildi.

Asrimiz boshida Toshkent viloyatiga qarashli bo'lgan Angren ko'miri O'zbekiston ehtiyojining 58–60% ini qondirib kelmoqda, ya'ni bir yilda o'rtacha 3 mln.t.dan ortiq qazib chiqarilmoqda (2005-y.). Respublikamizda ko'mir Angren konidan tashqari, Surxondaryo viloyatining Sharg'un va Boysun konlarida ham 1950-yillar oxiridan boshlab yerosti usulida qazib olinmoqda.

O'zbekistonda konchilik sanoati bo'yicha 400 ga yaqin rangli metallar, ko'mir, gaz qazib chiqaruvchi korxonalar, neft konlari, shaxta makonlari va turli konlar ishlab turibdi. Ular tarkibida yuqorida qayd etilgan Olmaliq va Angren korxonalaridan tashqari, 1950-yillari o'z ishini boshlagan Ingichka konini, 1956-yilda o'z faoliyatini boshlagan Chirchiqdagi O'zbekiston o'tga chidamli va qattiq qotishmali metallar kombinati, O'rta Chirchiq plavikoshpat kombinati, 1970–1980-yillarda ishga tushirilgan Uchquloq, Kovuldi, Marjonbuloq kon va ruda boyitish fabrikalarini, 1966-yilda ishga tushirilgan Qo'shbuloq koni, 1973-yildan mahsulot bera boshlagan Angren oltin boyitish fabrikasi, 1967–1969-yillarda MDH davlatlaridagi konlar orasida ulkan hisoblangan Muruntov kon-boyitish korxonasini va 1987-yilda foydalanishga topshirilgan Zarmiton konini sanab o'tish mumkin. Ularning qatoriga “O'zbekneftgaz qazib chiqarish” davlat aksiyadorlik birlashmasi, “O'zbeksement”, “O'zbekmarmar”, ikkilamchi xomashyodan alyuminiy ishlab chiqaruvchi zavod kabi yirik ishlab chiqarish birlashmalari va boshqa korxonalar kiradi. Respublikada oltin zaxiralarini qidirib topish va foydalanish borasida olamshumul ishlar qilinmoqda. “O'zbekoltin” birlashmasi Qoraqo'ton, Bichanzor, Qo'shbuloq va Chodak konlari zamirida o'z faoliyatini boshlagan, desak mubolag'a bo'lmaydi.

Bugungi kunda sof oltin olinib, respublika iqtisodiga o'zining salmoqli hissasini qo'shib kelayotgan Navoiy kon-metallurgiya kombinati nafaqat O'zbekistonning, balki O'rta Osiyoning eng yirik korxonalari sirasiga kiradi. 1995-yilda Navoiy davlat konchilik institutining ochilishi kombinatni yosh yetuk mutaxassislar bilan ta'minlash uchun zamin yaratdi. Konchilik va metallurgiya jarayonini o'rganib, uning sir-asrorini, mexanik va kimyoviy-texnologik o'zgarishlarning majmuini tahlil qilib, uning tasnif va tasviriga qisqartirishlar kiritish,

soddalashtirish, ixchamlashtirish, unda mahsulot sifatini o'zgartirmay, unumdorlikning yuqori bo'lishini ta'minlash davr taqozosidir. Aynan shu yo'nalishda Navoiy davlat konchilik institutida olib borilayotgan sa'y-harakatlar natijasi fan olamiga salmoqli hissa bo'lib qo'shilmogda. Navoiy kon-metallurgiya kombinatining dunyo miqyosida rivojini va o'rnini, Navoiy viloyatidagi yaxlit korxonalar hamda muassasalarning majmui taraqqiyotini o'zaro bog'liqlikda o'rganish muhim iqtisodiy-ijtimoiy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston rangli metallurgiya korxonalarida mahsulot ishlab chiqarishni, asosan, uning sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonlarini jadallashtirish bilan birga oltin, volfram, reniy, osmiy va boshqa kamyob metalli kichik foydali qazilma konlarini o'zlashtirish hisobiga ham ko'paytirish mumkin.

Yangi texnologiyalarni sanoatga tatbiq etish va ikkilamchi xomashyolardan chiqindi va oqova eritmalardan kerakli metallarni qayta ishlash, mineral xomashyolardan qo'shimcha noyob, nodir va qimmatbaho metallarni yo'ldosh usullar bilan ajratib olish doimo dolzarb masala bo'lib kelgan. Ushbu muammoni yechishda respublikamizning taniqli olimlaridan O.Xodjaev, Z.Salimov, X.T.Sharipov, G.S.Sattarov, S.A.Abdurahmonov, M.M.Yakubov va boshqa olimlarning hissasi beqiyosdir. Ayniqsa, akademik V. Rahimov va professor B.R.Raimjanovlar boshchiligidagi kon-geologiya yo'nalishi sohasidagi olimlarning 20 dan ortiq ilmiy-tadqiqot ishlari konchilik va metallurgiya sohasida, sanoatda keng qo'llanib kelinmogda.

Olmalik hududida qadimdan oltin, kumush, mis va boshqa rudalar qazib olinganligidan xabar topgan hukumat rahbarlari Ikkinchi jahon urushi davrida Qalmoqqir, Oqtuproq kabi qadimiy konlardan oltin qazib olish haqida qaror qabul qildilar. Bir nechta izlanuvchi artellar yordamida bobokalonlarimizning qadimiy usuli bilan oltin qazib olinib boshlandi. Avvaliga mahalliy oqsoqollar eski g'orlarni, ulardan yerosti konlariga yo'llarni ko'rsatib, ochib berdilar. So'ng kichik temiryo'llar, ularda sirpanib yuradigan aravachalar o'rnatildi. Ko'z bilan bir qarashda aniqlay oladigan mutaxassislar yordamida oddiy bolg'a, bolta, kirka, o'tkir tosh qirqqichlar yordamida tarkibida oltin bor rudalar yerosti usuli bilan

vagonlar va qoplarda yer ustiga olib chiqila boshlandi. Yer ustida qazib olingan ruda maydalanib, suvda yuvilar, tog' jinsi zichligiga qarab yengil unsurlar og'ir ma'dan javharlaridan ajratilar va qayta-qayta yuvilgach, sof oltin ajratib olinib, davlatga topshirilar edi. Uch smenada kecha-kunduz front ortida ish qizg'in olib borilar, to'plangan, yig'ilgan oltin qumi o'z vaqtida olib ketilmay, smenadan chiqqach, ajratib olingan toza oltinni qo'riqlashar edi. Shunday qilib, diyorimizda XX asrning birinchi oltin urush vaqtida olinib, Vatan himoyasi, front uchun, qolaversa, g'alaba uchun o'zbek oltinlari katta hissa qo'shgan, desak mubolag'a bo'lmaydi.

1946-yilda Olmaliq mis-molibden kombinatini qurish bo'yicha loyiha topshirig'i tasdiqlandi. Urushdan keyingi yillarda Qo'rg'oshinkon va Oltintopkan polimetall konlarida qidiruv ishlari tugallandi. 1948-yilda Olmaliqda qo'rg'oshin-rux ishlab chiqaruvchi kombinat qurish to'g'risida qaror qabul qilindi.

Rangli metallurgiya vazirining 1948-yil 12-iyuldagi qarori bilan yangi qurilishi boshlangan Oltintopkan kombinatiga rahbar bo'lib N.A.Sagoev tayinlandi. 1954-yil yangi Olmaliq mis-molibden kombinati D.L.Vlasov rahbarligida faoliyat ko'rsata boshladi. Shu yil Qalmoqqir makoni karyer sifatida ishlay boshladi. Qalmoqqir cho'qqisi, uning qirlari, asosan, nokerak tog' jinslaridan iborat bo'lib, katta qir portlatilib, sekin-asta tashlanma joyga chiqarila boshlandi. Shunday qilib, 6 yil mobaynida qadimiy ko'hna Qalmoqqir konining deyarli ustki qismi tekislanib, butun nokerak tog' jinslari olinib, misga, molibdenga, qolaversa, oltin, kumushga boy ma'danli kon ochildi [9].

Hozirgi kunda Qalmoqqir konining o'zi yirik ruda qazib olinadigan sanoat makoni hisoblanadi. Dastlabki rudalar bu yerda 1956-yildan qazib olinib boshlandi. Zamonaviy texnikalarning kelishi bu yerdagi kon ishlarining jadal sur'atlar bilan olib borilishini ta'minlab kelmoqda.

Kombinat tarkibiga kiruvchi Qo'rg'oshin koni esa 1952-yildan 1990-yilgacha ishlab keldi. Bu yerdagi rudalar kamayib borishiga qaramay, foydali qazilmalarni boyitish fabrikasiga tashlanma joylarda saqlanadigan balansorti rudalari qisman kelib turadi.

Yuqorida keltirilgan konlardan qazib olingan rudalar qayta ishlanib, kerakli metall olish uchun Olmaliq shahrida zavod va fabrikalar qurilishiga sabab bo'ldi.

1954-yilda qo'rg'oshin-rux boyitish fabrikasi ishga tushgan bo'lsa, 1963-yilning 31-dekabridan Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining asosiy tarmog'i bo'lib kelayotgan mis eritish zavodi o'z ishini boshladi.

Oltintopkan, Qo'rg'oshin-rux kombinati Olmaliq mis-molibden kombinati bilan qo'shib, bitta Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatiga aylantirilgach, 1958-yil 14-yanvardan P.S. Poklonskiy bosh direktor lavozimida ish boshlab, anchagina o'zgarish kiritdi. Qisqacha Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining rahbarlari haqida to'xtalib o'tishimizning asosiy sababi O'rta Osiyoda eng yirik kombinatlardan biri bo'lgan Olmaliq TMKning yildan-yilga rivojlanishida kombinat rahbarlarining salmoqli hissasi borligidir. Quyida kombinatga qarashli bo'lgan yirik korxonalar haqida to'xtalib, ularning har biriga alohida tavsif berib o'tamiz. Chunki har bir korxonada u makonmi, zavod yoki fabrikami, o'zining tarixiy ahamiyatiga loyiq rivojlanish bosqichlariga ega.

XX asr o'rtalarida o'z faoliyatini boshlagan kombinat, asosan, quyidagi asosiy zavod, fabrika va boshqa muassasalardan tashkil topgan. Foydali qazilma konlari tarkibiga kiruvchi makonlar: Qalmoqqir, Sariqcho'qqi, Uchquloch, Oltintopkan, Paybuloq, Sovuqbuloq, bundan tashqari uncha katta bo'lmagan o'ndan ortiq katta-kichik konlari mavjud. Ular kombinat qaramog'ida bo'lmasa-da, u yerda qimmatbaho va rangli metallar qazib olinmoqda.

Dalillardan ma'lum bo'lib turibdiki, deyarli barcha konlarning topilishida arxeologlarning xizmati beqiyosdir. Ular nafaqat yangi konlarni topishga, balki tashlanma, ikkilamchi toshqollar tarkibining kimyoviy-fizikaviy xossasini o'rganib, qanday metallar eritilganligini va shu atrofda qanday metall koni borligini aniqlab berishgan.

Konlar haqida ma'lumotlar juda kam. Chunki qayerda oltin, kumush, mis konlari mo'l bo'lsa, o'sha joyning hukmdorlari solnomachi, sayohatchi va tarixchilarga konlar haqida yozishga ruxsat bermaganlar. Taxt talash, mol-u dunyo uchun bir davlatdan ikkinchi davlatga yurish zamirida ko'proq qimmatbaho

ma'danlar zaxirasi turgan. Qurama tizmasining qadimdan "Ko'hi sim" deb atalishi bejiz emas. Shuningdek, bu tizma atrofida yirik shaharlarning paydo bo'lishi ham aynan "Ko'hi sim" tufaylidir.

Tunkentning ustki qismi—hozirgi Miskon, Sovuqbuloq koni, Sariqcho'qqi, Kovuldi, Ungirlikon, Qorabuloqning barchasida rangli, qimmatbaho ma'danlar koni bo'lgan.

Oltintopkan konlariga taalluqli qo'rg'oshin-rux rudalari zaxirasi ko'pligi jihatidan hayratga solarli darajada bo'lib, ularni qazib olish ishlari 1950-yili boshlangan.

Qalmoqqir, Oltintopkan konlari qatori mamlakatimiz taraqqiyotiga o'z hissasini qo'shib kelayotgan Sariqcho'qqi koni ham 1960-yildan buyon mis-molibden rudalarini qazib olish bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lib kelmoqda.

Kombinatning ixtiyoridagi konlar ichida eng yoshi Uchquloch hisoblanadi. U yerdan 1983-yilning yoz oyida ruda qazib olinib boshlangan. Geologlarning ta'kidlashicha, bu kon kelajagi porloq konlardan hisoblanadi.

Xomashyolar, asosan, kombinatning korxonalarida qayta ishlanadi. Qanday kon bo'lishidan qat'i nazar, Qurama tizmasidagi barcha konlar tarkibida kam bo'lsa-da, kumush bor. Tarkibida oltin, kumush zaxiralariga boy konlar safiga Qalmoqqir, Uzoqdagi, Miskon, Sariqcho'qqi, Qizota, Pastki Kovuldi va boshqalarni qayta bo'lsa-da, ta'kidlab o'tish mumkin va umuman olganda, Olmaliq tegrasidagi oltinli kvars va sulfidli oltin shaklidagi qazilma boyliklarni 3 xil geologik tipga bo'lish mumkin:

- kam sulfidlangan (0,5–1%) oltin-margimushli qazilma konlari. Ular, asosan, Janubiy Kovuldi, Kulchuloq, Qorasoy va boshqa konlarda;

- oltin-kumushli. Bu qazilma boyliklar Kovuldi, Orabuloq, Tangil va boshqa konlarda;

- oltin-tellurli, asosan, sulfidlangan (10–80%) qazilma boyliklar Oqtuproq, Golduran, Baliqti, Togap, Kaltasoy konlarida joylashgan.

Qo'rg'oshin-ruxli qazilma boyliklar Qo'rg'oshinkon, Oltintopkan, Uchquloch metall konlarida joylashgan bo'lib, bu konlar haqida alohida to'xtalib o'tamiz.

Olmaliq metallurgiyasi

Qalmoqqir koni. Bu kon Markaziy Osiyodagi eng katta mis-molib- denga boy konlardan biri hisoblanadi. Olmaliq shahrining shundoqqina yonida joylashgan (2–3 km) bo'lib, 3,5 km uzunlik, 1,6 km kenglikka ega bo'lgan konning o'rtacha chuqurligi 0,6 km ni tashkil etadi.

Qalmoqqir makoni 1954-yildan karyer sifatida ishlab kelmoqda. Asosiy metall bo'yicha konning zaxirasi balans va balansdan tashqaridagi zaxira yig'indisi bo'yicha taxminan 3 mlrd. tonnani tashkil qiladi. Tasdiqlangan zaxirasi karyerning to'xtovsiz ishlashini yana 100 yilga ta'minlashi mumkin. Loyihaviy kon quvvati – yiliga 26 mln. tonna mineralli ruda.

Konda tabiiy minerallar uch xil ko'rinishda uchraydi: oksidlangan, sulfidlangan va aralashma.

Dastlabki sulfidlangan minerallar 150 tadan ko'proq mineral bilan ifodalangan bo'lib, ular, asosan, xalkopirit, pirit, xalkozin va molibdenitlardan iboratdir. Kumush xalkopirit va pirit kristall panjaralari bilan bog'langan holda, qisman sof holda uchraydi. Qolgan barcha yo'ldosh komponentlar: oltingugurt, selen va tellur ham yuqorida qayd etilgan minerallar bilan bog'langan, faqatgina molibden va ajratib olinadigan reniyning asosiy qismi molibdenit bilan bog'langan.

Qalmoqqir konining rudalari sulfidlangan rudalar, shuning uchun mis ajratib olish flotatsiya usuli bilan 75% dan 80% gacha, goh undan ortiq foizni tashkil etadi. Qalmoqqir konining geologik jihatdan to'liq qiyosi bo'lmish "Uzoqdagi" mis-porfir ma'dan koni uning eng chuqur quvvatidagi tabiiy davomidir. Loyiha bo'yicha rudalarni kondan qazib olish bir yilda 30 mln. tonna, bu esa karyer faoliyatini yana 70–80 yilga ta'minlaydi.

Kon zaxira sifatida tasdiqlangandan buyon hozirgi vaqtgacha konda qazish ishlari olib borilgani yo'q. OTMK olimlari va yetuk muhandislarining

ta'kidlashicha, "Uzoqdagi" koni bugungi kunda ishlab turgan Qalmoqqir va Sariqcho'qqi konlarining kamayib qolgan quvvatini to'ldirish uchun zaxira sifatida 2030-yilda qayta ko'rib chiqilishi mo'ljallanmoqda.

Makon past ufqlari (ayni gorizonti), avtoulov transportiga ortish bilan ishlov beriladi, yuqorida, asosan, temiryo'l orqali 2VS-105 dumpkarlariga yuklanib, mis boyitish fabrikasiga ma'danli ruda 8 km masofagacha olib boriladi. Ikkilamchi nokerak tog' jinslari, yer sathidagi qoplama tuproqlar alohida ag'darma tashlanma joyga temiryo'l transporti orqali 5 km dan 10 km gacha masofaga yetkazib beriladi.

Rangli metalli ruda va tog' jinslarini tashib olib borib, tashlanma joyga eltish xarajatlarini kamaytirish maqsadida hamda karyerda ekologik holatni yaxshilash uchun chet elda ishlab chiqarilgan 2 ta yuqori unumli maydalaydigan – konveyer yig'indisi barpo qilinishi taklif etildi. Ulardan bittasi nokerak tog' jinslarini chiqarish uchun bo'lsa, ikkinchisi ma'dan toshni kichik karyer stansiyasiga yetkazib berishga mo'ljallangan.

Qalmoqqir karyeri sharoitlarida jinslarni to'g'ridan-to'g'ri karyerda maydalash uchun avtonom jihozi bilan maxsus o'rmalovchi transporter, yarimmobil (ko'chirma) maydalaydigan ortiqcha yuklanish agregatlari tavsiya etilmoqda. Bundan tashqari, karyerning yuqori ufqlarida temiryo'l va avtoulov yo'llarini qayta ta'mirlash ishlari rejalashtirilmoqda.

Sariqcho'qqi koni. Geologik jihatdan Qalmoqqir koni polimetall minerallariga monand, lekin qiya joylashganligi va ancha kichik masshtabga egaligi bilan farqlanadi. Rudaning mineral tarkibi ham Qalmoqqir koniga o'xshagan, ammo oltin metallari kam (0,1 g/t). Sariqcho'qqi makoni rudalari hozirgi vaqtda qo'rg'oshin-rux boyitish fabrikasida qayta ishlanmoqda. Konda mis, molibden, kumush, reniy, selen, tellur, oltingugurt va boshqa elementlar tarkibida bo'lgan misli rudalar qazib olinadi. Karyer tashqi tashlanma joyga nokerak tog' jinslarini olib chiqib ketish bilan transport sxemasi bo'yicha, ochiq usulda ishlab

kelmoqda. Rudani saqlash maskani 5 km masofagacha bo'lgan joyga avtoullovda, so'ng 20 km gacha temiryo'l bilan boyitish fabrikasiga jo'natiladi.

Pog'ona balandligi 15 metr. Ortish jihozlari sifatida ekskavatorlar, parmalash jihozlari, sharsimon parmalash dastgohlari, BelAZ-549 avtosamosvallari ishlatiladi.

Karyer o'lchovlari: uzunligi-1,5 km; kengligi-1 km, nisbiy chuqurligi-0,25 km. Ruda bo'yicha yillik loyihaviy karyer quvvati-5 mln. tonna, balans ma'dan zaxiralari taxminan 85 mln. tonnani tashkil qiladi.

Uchquloch koni. Kon O'zbekiston Respublikasining Jizzax viloyatida, Olmaliqdan 320 km janubi-g'arb tomonda joylashgan. Uchquloch qo'rg'oshin-rux koni strat shaklidagi qo'rg'oshin-rux konlariga xos namuna va ekskalatsion quyqadan hosil bo'lgan (pnevmotolitgidrotermal, Popov bo'yicha, 1965-y). Asosiy minerallar murakkab tasmaimon va qatlamsimon shaklga ega bo'lib, yuqori Uchquloch tog' jinsining qator qatlami dolomitlarda joylashgan hamda vulkonogen-quyqadan hosil bo'lgan tog' jinslarida sig'imli jinslarning struktura elementlarini takrorlaydi. Mineral jismlarga to'yinib kengayishi va quvvat bo'yicha ortiqcha qisilganligi ko'pincha ularning linzali shakliga sabab bo'lgan.

Makonda joylashish xususiyati va geologik tuzilishiga ko'ra, Uchquloch konidagi ma'dan jinslari ikki guruhga ajratilgan. Ma'dan jismlarning birinchi guruhi antiklinal markaziy qismida sinklial murakkablashtirish tarzida joylashgan. Keltirilgan va bir necha nishabli linza konlari birin-ketin joylashgan. Mineral jinslarning ikkinchi guruhi Xanbanditau antiklinalning shimoliy qanotiga ulanib va asosan, tikka tushayotgan kondan iboratdir.

Uchquloch geologik qirqmasida metallurgik jarayon pastki Uchqulochdan Quruqsoy bo'g'zi qatlamlarida biroz kuchaygan. Mineral jismlarning ikkinchi guruhi – bu sanoat ma'danlanishining asosiy qismi bo'lib, u Uchquloch dolomit qalinligi yoyilmasi shaklida bir joyda to'planib qolgan. Pastki Uchquloch va mensvitalariga ulangan ma'danlanish oz va ancha sust kechadi.

Mineral jismlarning kimyoviy tarkibi oddiy. Minerallar galenit, sfalerit va bariy bilan joylashgan bo‘lib, faqat qirqma holda hamda rejada joylashganligi nisbati bilan ajralib turadi. Asosiy ma’dan minerallardan tashqari (galenit, sfalerit, barit) pirit, bornit va boshqa ma’danlar rivojlangan. Yer po‘stlog‘ining yorig‘idan chiqariladigan minerallar: dolomit, kalsit, kvarsdan iboratdir. Zararli aralashmalar amalda qayd etilmagan. Uchquloch konining asosiy zaxiralari ochiq usulda qazib olinmoqda. Karyerdan maydalash punktiga rudani avtomobil transporti bilan yetkazib, u yerdan temiryo‘l bilan 320 km masofaga Olmaliq qo‘rg‘oshin-rux boyitish fabrikasiga yuklab jo‘natiladi. Uchquloch suv tanqisligi sababli o‘z boyitish fabrikasiga ega emas. Kelgusida zaxiralarning bir qismini yerosti usuli bilan ishlab chiqarish rejalashtirilmoqda. Lekin Uchquloch rudasidan foydalanish iqtisodiy jihatdan uncha katta foyda bermasligi aniqlanganligi, jahon amaliyotida qayta ishlab chiqaradigan asosiy ma’danlarga nisbatan qo‘rg‘oshin va ruxning jami miqdori 3–4 marta kamligi sababli yerosti konining qurilishi vaqtincha to‘xtatilgan. Rudani qazib olish bo‘yicha karyerning loyihaviy quvvati yiliga 1100 ming tonna mineralli rudani tashkil qiladi. Karyerda ma’dan zaxiralari: qo‘rg‘oshin, rux, bu esa kon ishlarining loyihaviy unumdorligi 20–35 yilga ta’minlanishi rejalashtirilgan.

Nazorat savollari

1. O‘zbekistonda mis metallurgiyasining rivojlanishi?
2. Rudani qazib olish bo‘yicha karyerning loyihaviy quvvati qancha?
3. Mis ishlab chiqarishning xom ashyosi tasnifi?
4. *Sariqcho‘qqi koni tasnifi?*

1.2. Mis iste'molchilari. Mis ishlab chiqarishning xom ashyosi.

Metallurgiya sanoatida deyarli barcha foydali qazilma xomashyolarini boyitgach, ularni eritish va qayta eritish keng ishlatiladi. Biror bir metall olish uchun, u qaysi toifada – rangli, qora yoki nodir bo‘lishidan qat’i nazar, asosiy xomashyo bu ma’danli rudadir. Bulardan tashqari, qazilma boylik sifatida o‘tga chidamli, olovbardosh hamda (flusli) kvarsli ashyolarni ham e’tiborga olish mumkin.

Ruda – bu tog‘ jinslaridan tashkil topgan bo‘lib, tarkibidagi metall, xususan, mis (0,351% dan kam bo‘lmagan) qancha foizligidan qat’i nazar, qayta ishlash natijasida metallurgiya sanoatida iqtisodiy samara bera oladigan xomashyo.

Biz ko‘proq misli ruda yoki tarkibida mis elementi mavjud ashyolar haqida so‘z yuritamiz. Misli rudalar zamonaviy uskunalar bilan jihozlangan konlarda ochiq yoki yopiq usullar bilan qazib olinadi.

Respublikamizda va MDH, Yevroosiyo hamjamiyati mamlakatlarida ko‘proq ochiq usul bilan tarkibidagi mis 0,35–0,5% dan kam bo‘lmagan rudalar sanoatda ishlatilmoqda. Har qanday ruda, asosan, tog‘ jinslari hamda ma’danlardan tashkil topgan. Minerallar o‘z o‘rnida rudali, ya’ni tarkibida ajratib olishga moyilligi bor rangli metallar hamda nokerak tog‘ jinslaridan iborat bo‘ladi. Nokerak tog‘ jinslari, asosan, tarkibida kam miqdorda rangli hamda nokerak metallardan iborat bo‘lib, ko‘proq silikatli, karbonatli, kvarsli va aluminosilikatli ma’danlardan tashkil topgan bo‘lib, ba’zan ushbu ma’danlar tarkibida temir oksidi ham bo‘ladi.

Rudalarning tarkibi, asosan, kimyoviy va fizikaviy usullarga asoslangan tahlillar bilan aniqlanadi. Ko‘p hollarda, yuqorida qayd etilgan tahlillar kutilgan natijani bermasligi mumkin, ya’ni rudaning kimyoviy tarkibini bilsak-da, metalning qanday minerallar, birikmalar tarkibida mujassamligini yoki ajratib olish kerak bo‘lgan metalning fazali tarkibini bilish alohida ahamiyat kasb etadi. Xomashyo yoki ruda tarkibidagi minerallar hamda birikmalarni va fazaviy tarkibini aniq bilishimiz esa metallurgiya jarayonini to‘g‘ri tanlashimizga va qaysi usul bilan uni qayta ishlab, eritib, iqtisodiy samara bera oladigan texnologiyani

qo‘llashimizga imkon yaratadi. Shuningdek, metallurgik hisob uning ratsional tarkibini hisoblash, ashyolar tengligini keltirib chiqarishda, rudaning fazali hamda mineralli tarkibini bilgan holdagina amalga oshiriladi.

Mineral tarkibining xilma-xilligiga qarab, rangli metalli rudalar to‘rt xil turga bo‘linadi:

1.Sulfidli rudalar, ya’ni metall, asosan, oltingugurt bilan birikkan holda bo‘ladi.

2.Oksidlangan rudalar, ya’ni unda tarkibidagi metallar kislorod bilan birikkan holda, oksidli, gidrooksidli, karbonatli holda bo‘ladi.

3.Aralash holdagi rudalar. Bunda metall ham oksid, ham sulfid holda uchrashi mumkin.

4.Tug‘ma metall, ya’ni sof holdagi metalli rudalar. Bunda metall, asosan, erkin holatda joylashgan bo‘ladi.

Yer qobig‘idagi birikmalarda metallar juda kam joylashganligiga qaramay, hozirgi kunda ularni qazib olib, boyitib, qayta ishlab, sanoatda iqtisodiy samara bera oladigan usullar bilan sof metall holda kerakli miqdorda olinmoqda. Biz ko‘rib chiqayotgan mis metali ham yer qobig‘ida 0,01%ningina tashkil etadi, xolos. Joylashish xususiyati bo‘yicha yuqorida ta’kidlab o‘tilgan to‘rtta turi ham tabiatda uchrab turadi. Shuningdek, mis metalining ikki yuz ellikdan ortiq minerallari bo‘lib, ulardan ba’zi birlari juda kam uchraydi. Asosan, sanoatda misning oltingugurt va kislorod bilan birikkan minerallari ko‘p uchraganligi tufayli mis ishlab chiqarishda har ikkala xili ham keng ishlatiladi.

Sulfidli va kislorodli minerallarning tabiatda keng ko‘lamda uchrab turadiganlarining nomlari hamda misning ular tarkibidagi foiz ko‘rsatkichi 2.1-jadvalda keltirilgan.

MDH, Yevroosiyo hamjamiyati mamlakatlarida hamda O‘zbekistonda ko‘proq sulfidli rudalar sanoatda ishlatilsa, chet ellarda oksidli hamda aralash rudalar ham qazib olinmoqda. Respublikamizda, asosan, sulfidli rudalar qazib olinayotganligi uchun aynan shu rudalar haqida batafsilroq ma’lumot beriladi. Sulfidli rudalar o‘z o‘rnida, yalpi (sploshniye) va tarqoq (vkraplenniye) turlarga

bo‘linadi. Yalpi rudalar o‘z nomi bilan ma’lumki, asosan, sulfidli birikmalardan iborat bo‘lib, nokerak tog‘ jinslari va boshqa bo‘sh tog‘ jinslari bor-yo‘g‘i 14–20% nigina tashkil qiladi, xolos.

Tarqoq rudalarda buning aksi, ya’ni asosiy massa nokerak tog‘ jinslari bo‘lib, sulfidli birikmalar ozgina miqdor (10%)ni tashkil etadi.

Rangli metallarni yoki ajratib olish kerak bo‘lgan metallarning rudadagi miqdoriga qarab, ular polimetalli (ko‘p metalli) hamda monometalli (bir metalli) rudalarga ajratiladi.

Monometall deganimizda, ajratib olish uchun qazib olingan rudaning tarkibida bitta metall bo‘lib, texnologik jarayon faqat o‘sha metalni ajratib olish uchun mo‘ljallangan bo‘ladi. Polimetalli ruda qazilma konlarida juda ko‘p joylashgan bo‘lib, ko‘p hollarda o‘ntagacha, ayrim hollarda o‘ntadan ortiq bo‘lgan metallarni o‘zida biriktirib, shulardan ko‘pchiligini texnologik jarayon bo‘yicha ajratib olish nazarda tutiladi, olinayotgan metallardan keladigan iqtisodiy samara ortib boradi. Biz ko‘rib chiqayotgan mis rudasi ko‘pincha mana shu guruhga mansub bo‘lib, uning tarkibida mis bilan nikel, kobalt, oltin, kumush yoki ruxli, unga qo‘rg‘oshin, kadmiy, goh mis molibdenli, ba’zi hollarda volfram, oltin, reniy kabi elementlar bilan birgalikda uchrab turadi.

1.1-jadval

Minerallarning nomi va kimyoviy belgisi

Mineral nomi	Kimyoviy belgisi	Cu, %
Kovellin	CuS	64,5
Xalkozin	Cu ₂ S	79,9
Xalkopirit	CuFeS ₂	34,6
Bornit	Cu ₅ FeS ₄	63,3
Kubanit	CuFeS ₃	23,5
Talnaxit	CuFeS _(1,8-2)	36-34,6
Malaxit	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	57,4
Azurit	2Cu·CO ₃ ·Cu(OH) ₂	55,3
Kuprit	Cu ₂ O	88,8
Tenorit	CuO	79,9
Xalkantit	CuSO ₄ ·5H ₂ O	25,4
Xrizokolla	CuSiO ₃ ·2H ₂ O	36,2
Diopiaz	CuSiO ₃ ·nH ₂ O	< 45

Bugungi kunda qazish ishlari olib borilayotgan va o'rganilayotgan mis konlar haqidagi ma'lumotlarga e'tibor berilsa, tarkib jihatidan ular ancha kerakli metallar bo'yicha kambag'aldir. Misning tarkibi bu konlarda ko'p hollarda 1–2 % ni tashkil etsa, katta konlarda bu ko'rsatkich 0,35–0,75 % dangina iborat. Lekin shunday mis konlari mavjudki, ular tabiatda o'ziga xos mo'jiza kasb etgan, desak mubolag'a bo'lmaydi. Tarkibida misi bor tabiiy birikmalarning bir joyga mujassam bo'lishi o'z o'rnida mis konlarini hosil qilsa-da, ular joylashuvi va kimyoviy tarkibi jihatidan yuqorida sanab o'tilgan barcha ruda turlariga to'g'ri keladi.

Qadimgi ruda konlari nafaqat Ural tizmalarida, balki Qozog'iston, Buyuk Turkiston hamda Kavkazorti tog'larida ham keng miqyosda ishlatilganligi arxeologiya qazilmalaridan bizga ma'lum. Barcha MDH respublikalarini qadimdan eng katta mis konlariga boy tizma tog', deb atasak arziydi.

Agar xaritaga nazar tashlansa, yashil-ko'k rangli tog' tizmalarida Turon qazilma boyliklarini, Gay, Sibay, Qorabosh konlari va boshqa hududlar haligacha mis olish bo'yicha yetakchi konlardan ekanligiga ishonchimiz komil bo'ladi. Umuman, Ural tog'lari mis-ruxli sulfid rudalari toifasiga mansub bo'lib, bu rudalarga yo'ldosh metallar: rux, nikel, qo'rg'oshin, oltin, kumush, goh kam bo'lsa-da, vismut, indiy, kobalt, talliy, tellur kabi elementlar uchrab turadi [10].

Bu azim Ural tizmalari qo'ynidan olingan mis metali va unga yo'ldosh bo'lgan elementlar Qizil Ural, O'rta Ural, Qorabosh hamda Mednogorsk tog'-kon kombinatlarini to'la ta'minlab kelmoqda.

Qozog'iston Respublikasini oladigan bo'lsak, juda ko'p ro'znoma va oynomalarda yangi mis konlarini ochish, geologiya-ekspeditsiya ishlarini keng ko'lamda olib borish bo'yicha yaqin yillar ichida u MDH mamlakatlari orasida oldingi o'rinlarni egallashi mumkinligi haqida ma'lumotlar berilmoqda. Ancha yillardan beri ishlab kelayotgan Jezqozg'on mis kombinati to'liq ta'minlanib turgan bir paytda, Balxash, Boshikel va yana mingga yaqin piritga boy mis-ruxli hamda kichik oksidli ruda konlari topilganligi yosh mustaqil Qozog'iston uchun quvonarli holdir. Shuningdek, Kolsk, Taymir yarim orollari, Kavkaz va Baykalortidagi Udokon konlari bir me'yorda ishlab turmasa-da, misli rudalarga ancha boydir.

Oʻrta Osiyoning Chotqol, Qurama togʻ tizmalari Ohangaron tumanining oʻng va soʻl tomonlarida joylashgan boʻlib, oltin, kumush, mis, rux, molibden, uran va boshqa metallarga boy, bizning davrimizda ham Qurama togʻ tizmasi foydali qazilma boyliklar olishning asosiy manbai hisoblanadi. Minglab tonnadan ortiq rangli metallarga boy toshqol qoldiqlari shundan dalolat beradiki, qadimdan bobokalonlarimiz mis, qoʻrgʻoshin, oltin, kumush metallarini toza holda olishga, ularga ishlov berish va har xil zeb-u ziynat buyumlari tayyorlashga mohir boʻlganlar.

Misning asosiy xossalari va ishlatilishi

Mis rangli ogʻir metallar ichida xalq xoʻjaligidagi asosiy keng ishlatiladigan metallar sirasiga kiradi. Mis davriy sistemada 29-tartib raqami bilan birinchi guruhda joylashgan. 2 izotopi bor boʻlib, uning atom massasi 63 va 64 dir. Shuning uchun ham yigʻindi hamda atom ogʻirligi 63,54 deb qabul qilingan.

Mis quyidagi asosiy xususiyatlarga ega:

- ionizatsiya potentsiali;	I. + 7,72 eV;
- ion radiusi;	- $0,8 \cdot 10^{-10}$ m;
- metall radiusi;	1,28 Å;
- erish va qaynash harorati;	1083 va 2310°C ;
- valentligi;	+1,+2;
- issiqlik sigʻimi, $<300^{\circ}\text{C}$;	$0,104 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$;
$>700^{\circ}\text{C}$	$0,118 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$;
- qotish paytida hajmning qisqarishi;	4,2 %;
- solishtirma ogʻirligi, quyma holida;	$8,3-8,9 \text{ g/sm}^3$
- sim yoki siqilgan holda;	$8,87-8,94 \text{ g/sm}^3$
- issiqlik oʻtkazuvchanligi;	$0,98 \text{ kal (sm.sek}^{\circ}\text{C)}$;
- elektr oʻtkazuvchanligi;	$56,65 \text{ m/om.mm}^2$;
- qattiqligi (Brunel boʻyicha)	50;
- meʼyoriy potentsiali;	+0,34 V;
- elektr kimyoviy ekvivalenti;	$1,186 \text{ g/(A.s)}$;

- bug‘ bosimi (1080⁰C da) 0,113 Pa;

Dunyo miqyosida xalq xo‘jaligining turli tarmoqlarida misning ishlatilishi foiz hisobida taxminan quyidagichadir (%):

elektrotexnika va elektronika mahsuloti sifatida	45–55
mashinasozlik va transportda	15–30
qurilish sanoatida	5–10
kimyo sanoatida	2–10
boshqa turli tarmoqlarda	10 gacha

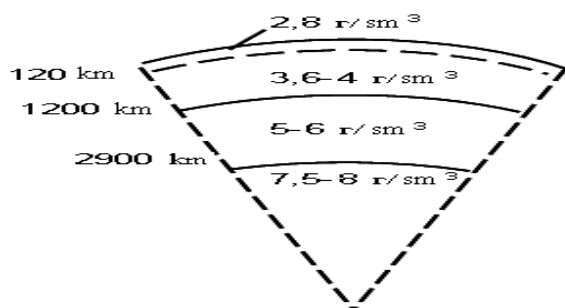
Sanoat tarmoqlari orasidagi ushbu bo‘linish shartli bo‘lib, misning qaysi tarmoqda qancha ishlatilishi aniq hisoblanmagan, chunki ular orasida deyarli chegara yo‘q bo‘lib, bir sanoat tarkibida ishlatilgan misli ehtiyoj uskunasi ikkinchi sanoat tarmog‘ida asosiy qurilma sifatida yoki oddiy elektr o‘tkazuvchi sim o‘rnida ishlatiladi. Misli uskunaning keng ishlatilishiga asosiy sabab, albatta, uning oson eruvchanligi va ishlov berishga moyilligi bo‘lsa, ikkinchi tomondan u elektr tokini yaxshi o‘tkazadi. Elektr o‘tkazuvchanligi bo‘yicha mis kumushdan keyin ikkinchi o‘rinda turadi.

Mis mahsulotlaridan keng ishlatiladigani mexanik qayta ishlov berilgan prokat (asosan sim holida) va latundir.

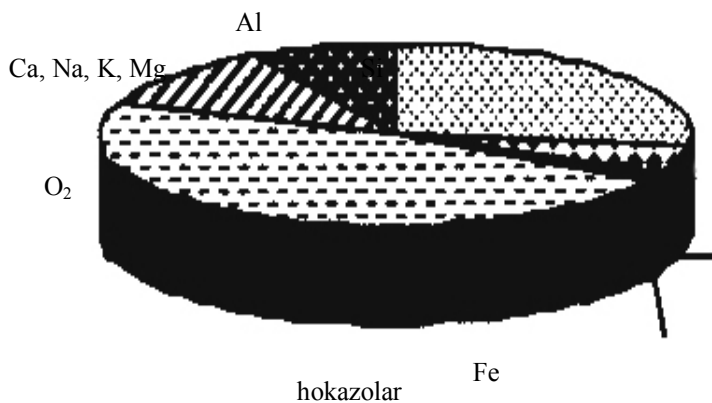
Yer sharini, uning qobig‘ini, unda joylashgan kimyoviy elementlarni qadimdan olimlarimiz ko‘p marta o‘rgangan. Yer yuzining ostki, ustki qismida, havoda, hatto suv osti va koinotda joylashgan barcha zarracha-yu jism, tog‘ jinslari, jonzot tanalari-yu o‘simliklar dunyosi, barcha-barchasi kimyoviy elementlardan iborat ekanligi, ularning goh qattiq, suyuq, gohida gazsimon holatda, bir-biridan shartli ravishda ajralib turishi odamzotga azaldan ma’lum. Yer ostiga uning yadrosi tomon chuqur qazilib, namunalar olinmagan va juda ko‘p elementlar aniqlanmagan, biroq o‘tkazilgan uzoq yillik tajribalar shuni ko‘rsatadiki, yer sharining asosiy

massasi og'ir metallar hamda kremniy, aluminiy, magniy, temir va boshqa elementlardan iborat.

Shu kunga qadar bo'lgan fikr va kitoblardan xulosa qiladigan bo'lsak, yer sharining bir-biriga o'xshamas modda va elementlari aralashmasi quyidagi qismlardan iborat: metalli, sulfidli, oksidli. Sibirlik ulug' olim akademik V.A.Obruchev ma'lumotiga ko'ra, yer har xil tarkibli kimyoviy elementlardan va ularning solishtirma og'irligi taxminan quyidagilardan tarkib topgan (1.1-rasm). Shuningdek, 1.2-rasmda yer qobig'idagi kimyoviy elementlarning tarkibi foiz hisobida ko'rsatilgan.



1.1-rasm. Yer sektorining turli tarkibdagi qatlami va solishtirma og'irligi.



1.2-rasm. Yer qobig'idagi kimyoviy elementlarning tarkibi, %.

$O_2 - 47$; $Si - 27,1$; $Fe - 5$; $Ca, Na, K, Mg - 11,2$; hokazolar - 1,7.

Ushbu rasmdan ma'lumki, yer sharining ustki qismi, ya'ni yer qobig'i, asosan, kisloroddan va yengil, rangli metallardan iborat. Bunga asosiy sabab-necha million yillar mobaynida atmosferadagi qor, yomg'ir, umuman, suvning yer qobig'i bilan o'zaro ta'sirda bo'lishidir.

Yerosti suvining neft, gaz va boshqa kimyoviy moddalar harakati ular molekularining doimiy yer shari (qattiq massa) qatlami bilan alohida bo'lishi ham

yer yadrosi tomonga, hatto 100 km dan ortiq masofada silikat qatlami (asosan SiO_2)ni tashkil etsada, metallar tarkibi ortib boradi.

Mis yer qobig'ida nihoyatda kam joylashgan, yaxlit 0,01 % ga teng. Biroq mis ayrim, hatto kamyob, nodir metallarga nisbatan ham kam bo'lishiga qaramay (masalan, stronsiy, sirkoniy, berilliy va boshqa siyrak kamyob metallar), xalq xo'jaligida ko'p ishlatiladi. Ayrim konlarda mis 3–5% gacha bo'ladi, biroq qazib olib uni qayta ishlash, hatto mis tarkibi 0,35–0,4 % atrofida bo'lsa ham, iqtisodiy samara beradi va u qazib olinib, so'ng albatta boyitiladi.

X–XII asrlarda dunyoda yiliga 50–70 t mis eritib olingan bo'lsa, 1800-yilga kelib, bu ko'rsatkich yiliga 12–15 ming tonnani tashkil etdi. Oradan 100 yil o'tgach (1900), dunyoda mis eritib olish 500 ming tonnaga yetgan bo'lsa, 1981-yilga kelib esa yiliga 7 mln. tonna toza mis eritib olingan.

XXI asr boshlarida bu ko'rsatkich 17 mln. tonnani tashkil qilib turibdi. 5 ta mamlakat dunyodagi jami misning 70% dan ortig'ini jahon bozoriga yetkazib bermoqda, bular: Chili, AQSH, Yaponiya, Rossiya va Xitoy. Bu mamlakatlar ichida Chili oxirgi 40 yil mobaynida olamshumul yutuqlarga erishib kelmoqda. 1960-yilda bor-yo'g'i 200 tn. mis eritib olgan Chili 1970-yilda ikki barobar (400 tn), 1980-yilga kelib 800 t dan ortiq, 1990-yilga kelib esa 1 mln.t. dan ortiq mis eritib oldi. XXI asr boshlarida Chili mamlakati dunyoda nafaqat mis zaxiralari bo'yicha, balki mis eritib olish bo'yicha birinchi o'ringa chiqib oldi va hozirgi kunga kelib 3 mln. t. ga yaqin mis olmoqda. Asosan, chet el olimlari va investorlari hisobiga Chili metallurgiyasi rivojlanib kelmoqda. Konlarning ochiq usulda qazib olinishi, gidrometallurgiya jarayonining keng qo'llanilishi chililik metallurgilarga qo'l kelmoqda.

Xitoy davlati ham 2000–2005-yillari 3 mln.tonnaga yaqin mis olib, dunyo metallurqlarini hayratga solmoqda. O'zbekistonni ham mis zaxirasi va mis eritib olish bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlarga loyiq deyishga haqlimiz.

Nazorat savollari

1. Misning asosiy xossalari?
2. Sulfidli va kislorodli minerallarning tabiatda uchrab turadigan nomlari?
3. Monometall deganimizda nimani tushunamiz?
4. Mis *Minerallarning nomi*?

1.3.Misni ishlab chiqarishning umumiy prinsiplari

Mis rudalarini to'g'ridan-to'g'ri eritish, qayta ishlash doimo iqtisodiy samara beravermaydi. Shuning uchun ham minora pechidan boshqa qolgan pechlar, asosan, mis rudalari boyitilgandan keyingina boyitmani qayta ishlashga mo'ljallangan. Minora pech, asosan, tarkibida 1–3% yoki undan yuqori bo'lgan rudalarnigina qayta ishlab kelmoqda. Shuningdek, to'g'ridan-to'g'ri misli rudani pirometallurgiya usuli orqali qayta ishlash ham kam miqdorda bo'lsa-da, qo'llanib kelinmoqda. Ayniqsa, AQSH, Kanada, Avstraliya mamlakatlarida gidrometallurgiya, ya'ni uyumli, bakteriyali va yerosti tanlab eritish orqali qayta ishlash usuli keng qo'llaniladi.

Demak, bu mavjud bo'lgan mis olish usullaridan keng tarqalgan mis boyitmasini pirometallurgiya usuli bilan qayta ishlashga moslashtirilgan turidir. Mis boyitmasini olish uchun, asosan, aylanma (selektiv) flotatsiya usuli keng qo'llanib kelinmoqda. Mis rudasi xoh ochiq, xoh yopiq usulda qazib olinmasin, mis boyitish fabrikasiga temiryo'l vagonlarida yoki avtomobil transportlari orqali keltiriladi. Keltirilgan rudalar har xil hajm va shaklda bo'ladi. Shuning uchun ular maydalagich va tegirmonlarda maydalanib saralanadi.

Maydalash va yanchish jarayoni bir necha bosqichda, bir necha xil turlardan iborat bo'lgan tegirmon va maydalagichlarda olib boriladi. Birinchi bosqichda 300–1500 mm.li ruda kelib tushadi va jag'li, konusli maydalagichlarda maydalanib, 100–300 mm ruda holiga keltiriladi. So'ng ikkinchi bosqichga o'tiladi. Unda ruda 100–300 mm.dan 10–50 mm.gacha jag'li maydalagichlar yordamida maydalanadi va bu jarayon *o'rta maydalash jarayoni* deb ataladi. Keyingi jarayon kichik maydalash jarayoni. Ruda qisqa konusli, sterjenli maydalagichlar orqali 3–10 mm.gacha mayda-

lanadi. Shundan soʻng zalvorli, sterjenli tegirmonlarda 0,05–2,0mm, hatto bundan ham mayda holigacha yanchiladi. Bu maydalash bosqichlaridan soʻng rudalar boyitish jarayoniga oʻtiladi, yaʼni boyitish flotatsiya yoki gravitatsiya usullari orqali olib boriladi. Bu usullarda jarayonni tezlatish, yengillatish uchun organik va anorganik reagentlardan foydalaniladi. Ishlatilish yoʻnalishiga qarab, flotatsiya uchun qoʻllaniladigan reagentlar quyidagi turlarga boʻlinadi: yigʻuvchilar (sobirатели), koʻpik hosil qiluvchilar (vспенivatели), tazyiqlagichlar (depressori), faollashtiruvchilar (aktivatori) va muhitni meʼyorlovchilar.

Yigʻuvchilar – bular belgilangan mineral zarralarini suv bilan ivitib saralab olishga, yigʻishga asoslangan. Bular koʻproq qalayli, kam hollarda natriyli ksantogenatlar boʻlib, ular zarrachalarning havo pufakchalariga yopishishini taʼminlaydi.

Koʻpik hosil qiluvchilar – asosan alifatik spirtlar, fenollar, krezol va boshqa shunga oʻxshash sintetik mahsulotlarni oʻz ichiga oladi. Ular suyuqlik va havo chegarasidagi fazalar orasidagi tortishish kuchini kamaytiradi. Bu esa havo pufakchalarining oʻta mayda boʻlishini taʼminlaydi va koʻpincha mustahkam va barqaror qiladi.

Tazyiqlagichlar – olinmoqchi boʻlgan mineralni flotatsiya mobaynida ushlab qolib, tazyiq oʻtkazish orqali koʻproq namlab, minerallarni boʻktirishga xizmat qiladi.

Muhitni meʼyorlovchilar – ularning fizikaviy va kimyoviy xossalarini bilgan holda muhitni kerakli meʼyorda saqlash uchun qoʻllaniladi. Flotatsiya jarayonida reagentlarning qay tarz va usulda ishlatilishi belgilab qoʻyiladi.

Boyitish natijasida boy boʻlgan boyitma (tarkibidagi Cu – 15–20 %; S–28–32% va hokazo) hamda asosi nokerak togʻ jinslaridan iborat boʻlgan tashlanma chiqindi, boʻtana loyqa holda maxsus joyga quvurlar orqali suyuq holatda chiqarib yuboriladi. Tindirilgan suv orqaga, sanoatga, xususan, flotatsiyaga qaytariladi. 2.4-jadvalda ayrim rivojlangan mamlakatlarning zavodlaridagi boyitmalarning flotatsion tarkibi berilgan.

Ayrim rivojlangan mamalakatlarning zavodlarida qayta ishlanayotgan mis boyitmalarining flotatsion tarkibi

Korxonalar	Cu	Fe	S	Zn
“Garfild” (AQSH)	29,2	29,2	31	-
“Morensi” (AQSH)	27,2	26,2	37,6	-
“Xeyden” (AQSH)	28,36	31	39,6	-
“Norddoysche Affineri” (Germaniya)	30,5	30,2	35,5	-
“Onaxama” (Yaponiya)	23,6	22,8	27,2	4,1
“Xitachi” (Yaponiya)	17,2	-	32,7	3,4
“Mufulira” (Zambiya)	49-52	9-10	20,9	-
“Maunt-Ayza” (Avstraliya)	24,3	28,5	32	-
“Balxash KMK” (Qozog‘iston)	26-27	15	23	1,4-1,5
“Olmaliq TMK” (O‘zbekiston)	19	30-31	35	0,1-0,7
Sredneuralsk mis eritish zavodi (SMEZ) (Rossiya)	17,5	30	35	6,5
“Norilsk NKM” (Rossiya)	24-29	30-34	28-31	-

Xomashyo va shixtalarni tayyorlash hamda uzatish

Hozirgi paytda xomashyo kimyoviy tarkibining tez-tez o‘zgarib turishi, misli ashyo yoki boyitmani o‘tkazib beradigan korxonalarining bir me’yorda ishlamasligi ko‘pgina qiyinchiliklarga olib kelmoqda. Chunki eritish pechlaridan olingan mahsulotning sifati va undan olinadigan iqtisodiy samara hamda boshqa iqtisodiy-texnik ko‘rsatkichlarning yuqori bo‘lishi, asosan, shixta tayyorlash jarayoniga bog‘liq.

Shuning uchun ham har qanday mis eritish zavodlarida, ilmiy tadqiqot loyihalashtirish institutlarida ashyolarni eritishga tayyorlash muhim metallurgik jarayonlardan biri deb qaraladi. Tarkibida ajratib olishga moyilligi bor metalli

ashyolar, ya'ni qaytar ashyo, chang, kvarqli fluslar, mis boyitmasidan iborat bo'lgan ashyolar qorishmasi *shixta* deb ataladi. Shixta tarkibiga qanday holatda (qattiq, suyuq, gazsimon) bo'lishidan qat'i nazar, yonilg'ilar kirmaydi.

Shixtaning sifatiga, asosan, quyidagi talablar qo'yiladi:

- 1) kimyoviy tarkibining doimiyligi;
- 2) kimyoviy, mineralli va qumoqlik tarkiblarining bir toifaliligi;
- 3) shixta birikmalarining eng qulay va afzal yirikligi;
- 4) eritish uchun bo'lgan qulay namligi;

Metallurgiya agregatlarining qat'iy bir maromda ishlashi uchun yuqoridagi ikkita talab muhim ahamiyatga ega. Metallurgiya sanoati sharoitida har kuni yuzlab, minglab tonna xomashyo qayta ishlatilganda, ular tarkibining doimiyligi, xomashyoning bir me'yorda berib turilishi ta'minlanishi zarur.

Qayta ishlanayotgan shixtaning yirikligi esa qaysi jarayon va qaysi pechda borishiga bog'liq. Yallig' qaytaruvchi pech uchun shixta yirikligi 2–5mm.dan ortmasligi kerak. Kislorodli-mash'alli pech uchun esa 0,1 mm dan yuqori bo'lmasligi lozim.

O'z navbatida shixtaning namligi ham texnologik jarayonning borishiga o'z ta'sirini ko'rsatmay qolmaydi. Yallig' qaytaruvchi pech uchun 5–8% namlikdagi shixtalarni ishlatish mumkin bo'lsa, kislorodli-mash'alli pechlarda esa shixta quvurli quritkichlarda qayta quritiladi va namligi 0,5% ga yetganda pechga havo orqali purkaladi.

Hozirda shixta tayyorlashning ikkita usuli keng qo'llanib kelinmoqda. Bular mexanik va kimyoviy usullardir. Mexanik usulga quyidagi jarayonlar majmui kiradi:

- 1) Rudalarni, kvarqli fluslarni, qaytar ashyolarni tarkibida misga boy bo'lgan konverter toshqollari bilan tegirmonda maydalash va yanchish.
- 2) Xomashyolarning yirikligiga qarab saralash yoki g'alvirlash.
- 3) Rudalarni boyitish;
- 4) Ashyolarni va materiallarni saqlash hamda ularni joylashtirish;
- 5) Shixta qorishmasini tayyorlash;

6) Shixta qorishmasining namligini qochirish yoki namlantirish. Ayrim jarayonlarga namli yoki o'ta namli shixta talab qilinadi;

7) O'ta mayda shixta birikmalarini yiriklashtirish;

Mexanik tayyorlash mobaynida xomashyolar yoki shixtaning elementar mineralogik tarkibi o'zgarmaydi. Faqat uning tarkibidagi ajratib olinishi kerak bo'lgan ma'danlar bilan nokerak tog' jinslari orasidagi nisbat yoki uning qumoqligi, mayda-yirikligi hamda namligi o'zgarishi mumkin.

Kimyoviy usul esa ashyolarning kimyoviy va fazali tarkibining o'zgarishi bilan boradi. Kimyoviy usul bilan tayyorlash deyilganda, ko'proq pirometallurgiya jarayoni, ya'ni sulfidli ashyolarni oksidlovchi kuydirish yo'li bilan pechlarda eritish yoki gidrometallurgiya usuli bilan tanlab eritishga tayyorlash tushuniladi.

Mis ashyolarini tayyorlash, ulardan vaqtida o'rtacha namuna olib, zaxirada ma'lum miqdorda ushlab turish shixta tayyorlashning asosiy omillaridan biridir. Zaxirada xomashyoning hech bo'lmaganda 20–30 kunga yetadigan miqdorda bo'lishi, nafaqat korxonada eritish agregatlarining bir me'yorda ishlashini ta'minlaydi, balki rejadagi misni va qimmatbaho metallarni olishga sarf qilingan xarajatlarni qoplashga olib keladi va ishlab chiqarishning unumdorligini oshiradi.

Shixta qorishmasini tayyorlash ombori bir qancha zovurlardan hamda shixta uchun mo'ljallangan bo'linmalardan iborat bo'lib, ularga shixta qorishmasi alohida yuklanadi. Kerak bo'lganda osma yuk ko'targich mashinalar yordamida ashyo olinib, xampalar (bunker) orqali shixta uzatkich tasmaga, undan so'ng shixta qorishmasi uchun mo'ljallangan xampaga yuklanadi. Shixta qorishmasining sifatli tayyorlanishi va yaxshi aralashtirilishi metallurgik jarayonga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Umuman, jarayonning borishi davomida misning kam yo'qolishi, unumdorlikning ortishi, jarayonning bir tekisda bo'lishi shixta qorishmasining tayyorlanishiga bog'liq. Shixta qorishmasini tayyorlash, saqlash hamda jarayonga uzatish mexanizatsiyalashgan qatlamli shtabel orqali xomashyo omboriga olib boriladi. Mexanizatsiyalashgan shixta saqlanadigan va jihozlangan joy yopiq omborxonadan iborat bo'lib, shixta qorishmasini uzatish, saqlash va jarayonga yetkazib berishga mo'ljallangan uskunalardan jihozlangan bo'ladi. Har bir

bo'linga ashyolar qatlam holida, uloqtiruvchi aravachalar orqali uzatiladi. Shixta qorishmasidan shtabel holida 8000 tonnagacha uyum hosil qilingach, shixta qorishmasini uzatib berib turuvchi mashina orqali zich qatlam yumshatilib, bo'shatilib, g'ovaklanadi va kerakli konveyerga sohib beradi. Tayyor bo'lgan qorishma zovurga uzatiladi. Tashigich transporter tasma orqali uzatilayotgan shixtaga boshqa tasma orqali xomashyo (kvars, qaytaruvchi, chang) bir me'yorda qo'shib turiladi. Transporter uzatish tasmalari orqali bir ashyoning ikkinchi ashyoga qo'shilishi natijasida xomashyolar yaxshilab qorilib, metallurgik jarayonga uzatiladi. Metallurgik jarayonga borgunga qadar avtomatlashtirilgan tarozi orqali o'tayotgan mahsulot hajmi va miqdori yozib boriladi.

Shixta qorishmasini tayyorlashning xampalar orqali tayyorlanadigan usuli ham keng qo'llanib kelinmoqda. Bu usulda shixta xampalarda alohida saqlanadi va uning ostida tinimsiz o'tib turgan transporter tasmaga oldindan hisoblangan miqdorda ashyo qatlam bo'lib tushadi. Shixta qorishmasi transporter tasmalarda aralashadi va hosil bo'lgan tayyor shixta metallurgik jarayonga yuboriladi. Tayyor bo'lgan shixtani yallig' qaytaruvchi eritish pechiga jo'natish mumkin, lekin hamma pechlarga ham bu usullar bilan tayyorlangan shixtani yuklab bo'lmaydi.

Ba'zi bir pechlarga maxsus qayta quritilgan, o'ta maydalangan shixta uzatilishi kerak, ya'ni Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatidagi kislorodli-mash'alli eritish pechiga o'ta maydalangan hamda shixtaning namligi 0,5 %dan iborat bo'lgan qorishma kerak bo'ladi. Qayta quritish jarayoni tabiiy holda, ya'ni ochiq havo va termik harorat ostida olib borilishi mumkin. Muallaq holatda eritish uchun shixta qorishmasi termik quritishdan o'tishi shart. Quritish jarayoni asosan quyidagi usullar bilan olib boriladi:

- 1)Quritkichlar ostida qorishmalarni, materiallarni quritish;
- 2)Quvurli baraban pechlarida tinimsiz xomashyolarni aralashtirib turish mobaynida yonuvchi gazlar orqali quritish;
- 3)Shixtani issiq gazlar oqimiga qarama-qarshi qilib o'tkazganimizda muallaq holdagi namlikni bug'lantirish orqali quritish;

4)Maxsus quvurlarda quritish. Bu uskuna yuqori unumdorligi va namlikni to'la yo'qotishgacha bo'lgan jarayonni o'z ichiga olganligi bilan boshqalardan farq qiladi;

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 holdida, tanga, zeb-u ziynat holdida tayyorlash bo'yicha butun O'rta Osiyoda yuqori o'rinlardan birini egallaydi. Tozaligi va sifatligi jihatidan bu davlat butun Mo'g'uliston, Arab mamlakatlari hatto Yevropaga ham aynan shu metallar orqali tanildi.

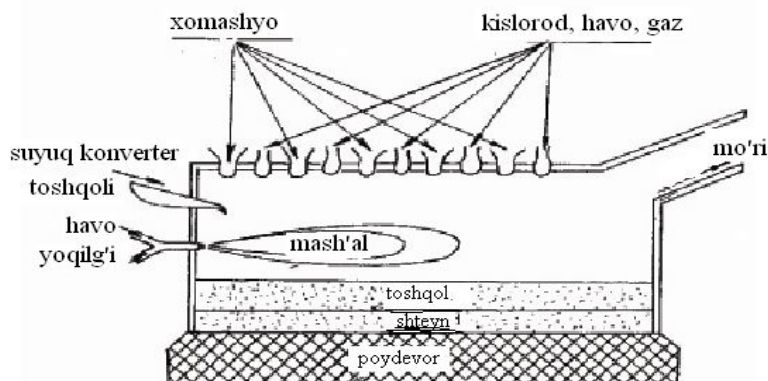
Mo'g'ullar davri va undan keyingi davrlarda metalni eritib olish juda kam amalga oshirilgan. Yozma ma'lumotlarga suyangan holda shuni aniqlash mumkinki, Petr I davrida Rossiyada metallurgiya, ayniqsa, qora metallurgiya nihoyatda rivojlanib, dunyoda birinchilar qatoridan o'rin egallagan.

1920–1930-yillarga kelib esa metallurgiya asta-sekin qayta tiklanib, rangli, so'ng nodir va qimmatbaho 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.

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.



1.3-rasmda yallig' qaytaruvchi eritish pechining sxematik yon tomonidan ko'rinishi tasvirlangan.

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. 1.3-jadvalda Olmalik mis eritish zavodidagi eritish pechlarining ayrim taqqoslovchi ko‘rsatkichlari keltirilgan.

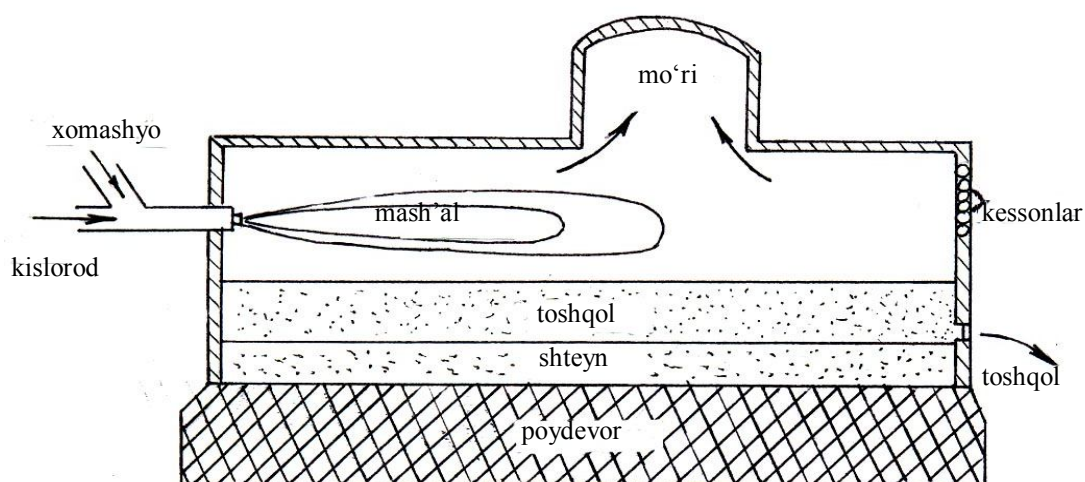
1.3-jadval

Olmalik mis eritish zavodidagi eritish pechlarining ayrim taqqoslovchi ko‘rsatkichlari [15, 16, 17]

t/r	Ko‘rsatkichlar nomi	O‘lchov birligi	Yallig‘ qaytaruvchi pechda eritish	KME pechda eritish	Farqi
1.	Shixta bo‘yicha solishtirma unumdorlik	t/m ²	5–6	10–12	5–7
2.	Shteyn tarkibidagi mis miqdori	%	22–28	40–50	2barobar
3.	Misning shteynga o‘tish miqdori	%	97	97	–
4.	Oltingugurtning texnologik gazdan olinish miqdori	%	28	92	–

1.3-rasmda Olmaliq mis eritish zavodida ishlayotgan kislorodli- mash'ali 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.



1.3-rasmda Olmaliq mis eritish zavodida ishlayotgan kislorodli- mash'ali eritish pechining yon tomondan ko'rinishi tasvirlangan.

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

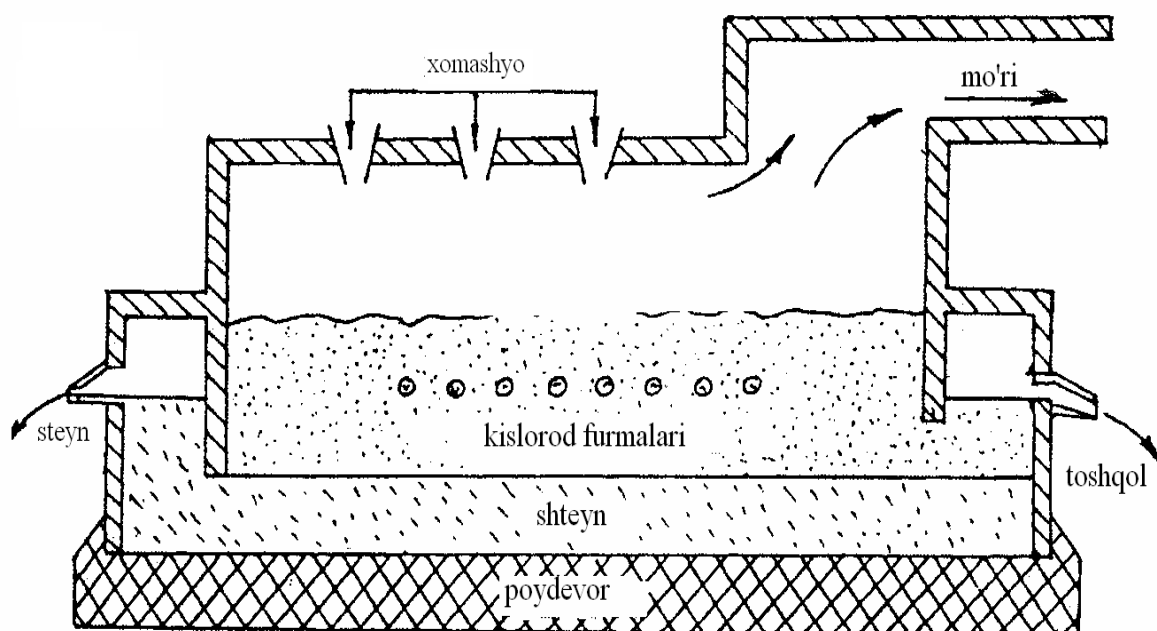
kabi mamlakatlar ham juda katta mis koni zaxiralari hamda yuqori texnologiyada ishlaydigan agregatlari tufayli yetakchi mis ishlab chiqaradigan mamlakatlar sirasiga kiradi. Asrimizning eng taraqqiy etgan eritish pechlari qatorida avtogen jarayonlarni o'z ichiga olgan pechlar haqida ma'lumot bermay ilojimiz 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 .

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. 1.5-rasmda “Vanyukov pechi”ning



umumiy ko‘rinishi tasvirlangan. Bu pech haqida keyingi bo‘limlarda batafsil so‘z yuritiladi.

1.5-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 1.5-rasmda berilgan.

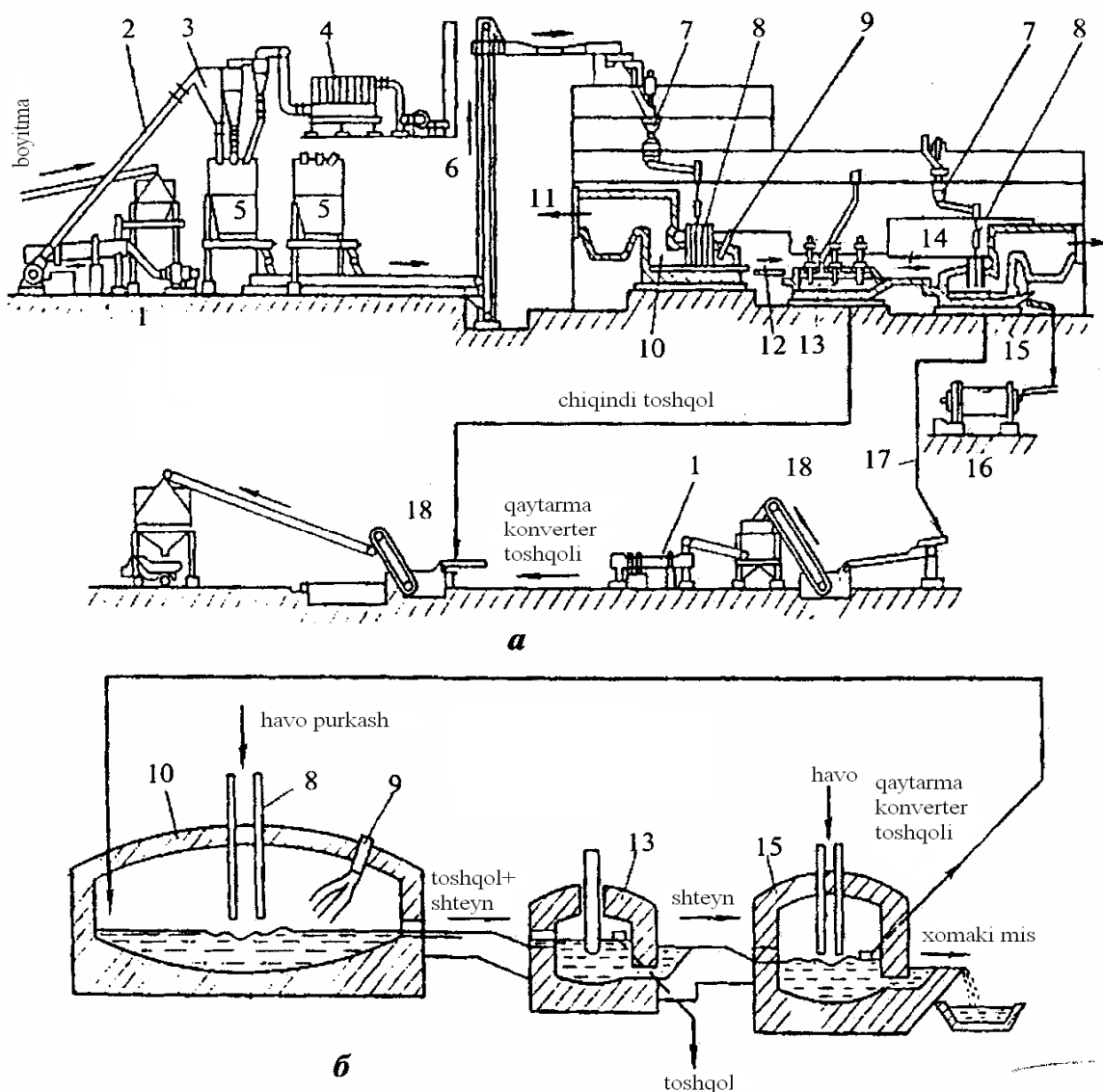
“Naosima” zavodida ushbu jarayon bilan ishlab turgan eritish majmuining unumdorligi ko‘proq eritish pechining ishlashiga, uning tuzilishiga bog‘liqdir. Umumiy diametri 10,2 va 7 metr, balandligi 2 metr, vannasining chuqurligi 800 mm, toshqol vannasining chuqurligi esa 20–30 mm bo‘lgan oval shaklidagi 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/m²ni 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.



1.6-rasm. Yaponiyaning Naosima zavodida ishlab turgan “Mitsubisi” jarayonining sanoat miqyosida ishlatilishi (a) vajihozlarning umumiy tasviri (b).

1–quvursimon aylanma quritish pechi; 2–quvur-quritkich; 3–chang ushlagich siklon; 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 quyushtirilib, 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) SO₂ga 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. Misni ishlab chiqarishning umumiy prinsiplari?
2. Avtogen eritish texnologiyasini tushunchasi?
3. *Kislrodli-mash‘alli eritish pechi tuzilishi?*
4. *Shixta* deb nimaga ataladi?

1.4.Yallig‘-qaytaruvchi pechda eritiladigan mis xomashyosining tavsifi va uni eritish jarayoniga tayyorlash

Birinchi yallig‘ qaytaruvchi pechlar XIX asrning oxirlarida Uels hududida paydo bo‘lgan. Bor-yo‘g‘i 8m^2 maydonni egallagan ushbu eritish pechi mayda bo‘laklardan iborat bo‘lib, toshko‘mirning yonishi natijasida qizitilgan edi. Yonilg‘ining ko‘p sarflanishi, unumdorlikning pastligi bu eritish pechini o‘zgartirishga va uni takomillashtirishga olib keldi. Nihoyat, AQSH ning Anakonda hududida uzunligi 40–50 m bo‘lgan pech ishga tushirildi. Pechning uzunligi o‘sishi bilan eni, balandligi ham orta bordi. Va nihoyat, bugungi kunga kelib, bir me‘yorda sutkasiga 1000–1500 ming tonna qattiq holdagi shixta qorishmasini qayta ishlaydigan pechlar ishga tushirildi. Ularning o‘lchamlari quyidagicha: uzunligi 30–33 m, eni 8–10 m, umumiy ish eritish maydoni $240\text{--}300\text{m}^2$. Eng katta yallig‘ qaytaruvchi pech AQSH “Garfield” zavodida joylashgan bo‘lib, uzunligi 37,5 m, eni 6,6 m va eritish maydoni 435 m^2 ni tashkil etadi.

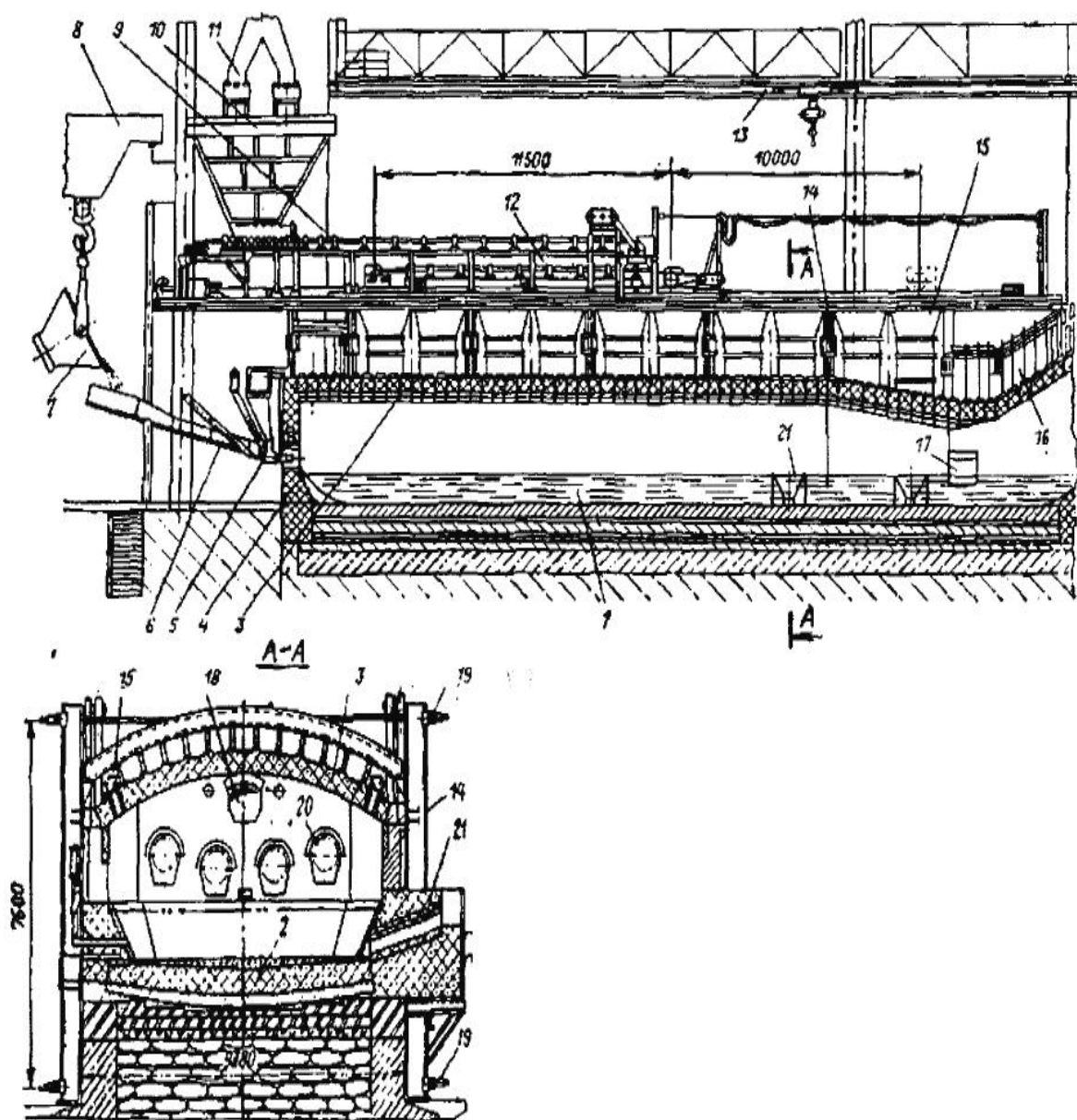
Hozirgi zamonaviy yallig‘ qaytaruvchi pechlarning ilgarigi pechlardan tubdan farq qiluvchi asosiy tavsiflari quyidagilar:

- pechkaning hamda shixta qorishmasini yuklash tizimining takomillashtirilganligi;
- pechning kapital ta‘mirlash muddati uzayganligi;
- o‘tga chidamli, olovbardosh g‘ishtlarning terilishini mustahkamlash va pech ortiga gaz hamda changni (utilizatsiya) sovitish va tozalash uskunalarning o‘rnatilganligi va hokazolardir.

2005-yilgi ma‘lumotga ko‘ra xorijiy davlatlarda 49 ta mis zavodida boyitma yallig‘ qaytaruvchi pechlarda eritib kelinmoqda. Bularning hisobida 80 ga yaqini yallig‘ qaytaruvchi eritish pechi, shundan 35 tasi AQSH zavodlarida to‘liq ishlaymoqda. MDH mamlakatlarida, Balxashmis sanoat birlashmasida, Krasnouralsk mis eritish kombinatida, Olmaliq TMKda va boshqa mis eritish zavodlarida ham mavjud. Hozirgiko‘pgina zamonaviy pechlarning balanddan, qubbadan texnologik kislorod yordamida qiyaligining qizdirilishi pech

unumdorligining ortishiga olib keladi. Pech qora moy (mazut) yoki tabiiy gaz yoki ikkalasining aralashmasida ishlash qobiliyatiga ega.

1.7-rasmda ko'rsatilganidek, yallig' qaytaruvchi pech gorizontal holatda joylashgan. Issiqlik agregati quyidagi asosiy qismlardan iborat: poydevor ostki qismi, yon, orqa va old devorlari, qubba temir sinch va gaz mo'risi.



1.7-rasm. Yallig' qaytaruvchi eritish pechining yon tomondan ko'rinishi va qirqimi.

Unda: 1–eritish vannasi; 2– pech ostki qismi (leshad); 3– pech tomi; 4– yoqilg‘i beruvchi old qismi; 5–olov yondirgich-gorelka; 6–konverter toshqolini quyishga moslashgan nov; 7–suyuq toshqol quyuvchi cho‘mich; 8–ko‘targich kran; 9–transporter tasma; 10–xomashyo xampasi; 11–xomashyo uzatuvchi quvurlar; 12–reversiv transporter; 13–osma kran; 14–pechning temir karkasi; 15–xomashyo yuklovchi xampalar; 16–pech mo‘risi (apteyk); 17–toshqolli tuynuk; 18–konverter suyuq toshqolni quyish uchun mo‘ljallangan tuynuk; 19–pechni ushlab turuvchi temir prujinali qotirmalar; 20–yondirgich tuynuklar; 21–shteynga mo‘ljallangan tuynuk.

Hozirgi davrda bu issiqlik agregati kuydirilgan va kuydirilmagan misli boyitmani eritishda keng ishlatilib kelinayotgan pechlardan biridir. Pechning ostki qismi ko‘pincha 200–240 m² atrofida bo‘lib, 400 m²ga yetadi.

Yallig‘ qaytaruvchi pech deb atalishining asosiy sababi – ikki yon devorlarining ichki qismida qiyalik joylashgan bo‘lib (1.6-rasmda A-A qirqimida yaqqol ko‘rsatilgan), yonilg‘i mash‘ala bo‘lib muallaq holatda yonishi mobaynida issiqlik nurlanishi va qubba orqali (90%) qiyalikdagi ashyoni eritadi. Shuningdek, yoqilg‘ining yonishi natijasida issiqlik konveksiyasi tufayli (10%) qizigan mahsulot gaz zarralari orqali o‘tadi. Issiqlikning pech ichidagi mash‘alli markazidagi qiyalikka, ustki va ostki qismiga nurlanish, yallig‘ qaytaruvchilik xususiyatidan ushbu agregatning harorat maromiga ko‘ra nomi kelib chiqqan.

Pech asosan tabiiy gazda ishlaydi. Goh gaz, qora moy (mazut) va ko‘mir changi ham ishlatiladi. Yoqilg‘i, asosan, old tomonidan yondirgich yordamida gaz uchun taxminan 1100–1200m³/s mazut ishlatilsa, 300 kg/s gacha beriladi.

Qayta ta‘mirlangan zamonaviy pechlarning ustki qismida, ya‘ni tepadan pastga qiyalikka alohida tabiiy gaz beriladi. Bu nafaqat issiqlik manbai bo‘lib xizmat qiladi, balki qiyalikdagi haroratni orttirib, uni yanada yallig‘lantirib, pech unumdorligini oshiradi.

Poydevor, asosan, qalinligi 2,5–4 m beton plitalaridan iborat bo‘lib, ustki qismi o‘tga chidamli betondan quyiladi. Poydevorda havo o‘tish, tekshirish uchun quvurlar va ko‘rish tuynuklari bo‘ladi.

Pechning ostki qismi, tubi ko‘pincha dinas va xromomagnezit g‘ishtlaridan taxlanib, yoriqlari esa olovbardosh tuproq bilan to‘ldiriladi. Pech tubi qubbasimon bo‘lib, qalinligi 1–1,5 m gacha, yon devorlari esa ikki xil qalinlikda bo‘ladi.

Suyuqlik turadigan qismi 1–1,5 m, yuqori gaz-chang qismi 0,5–0,6 m qalinlikda bo‘lib, dinas, magnezit yoki yengil bo‘lgan shamotli g‘ishtlar ishlatiladi. Eritish agregatining eni 7–11 m, uzunligi 28–40 m, balandligi tubidan qubbagacha 2,6–3,8 m gacha bo‘ladi.

Vanna chuqurligi 0,8–1,1 m ni tashkil etadi, shuningdek, ostki qismida 0,4–0,5 m shteyn, 0,5–0,6 m ustki qismi toshqolni tashkil etadi. Pechning asosiy nozik qurilmasi tomidir, ya’ni qubbasidir. Chunki qubbaning mustahkamligi agregatning chidami, uzoq ishlashi va kapital ta’mir oralig‘ining uzayishiga bog‘liq. Qubba ravoqsimon arkli, gumbazli, osma bo‘lishi mumkin. U yon devorlarda po‘lat sinchlarga ikki tavrallik temirlar orqali qotiriladi. Tomning qalinligi 350–450 m gacha bo‘lib, temir sinchlari uzunligi va ko‘ndalang bo‘yicha prujina hamda gaykalar orqali tarang tortiladi.

Mis boyitmasi, shixta aralashmasi yuqoridagi pech tomidan xampalar orqali oralig‘i 1,0–1,2 m dan bo‘lgan maxsus teshiklardan, uzunligi bo‘yicha har ikki tomondan to‘g‘ri qiyalikka yuklanadi.

Suyuq holdagi konverter toshqolining aynan shu yallig‘ qaytaruvchi pechda qayta ishlanishi va uning tarkibida mis, oltin, kumush, oltingugurtlarning shteynga o‘tishi ushbu pechning katta yutuqlaridan biridir. Konverter toshqoli pechning old tomonidan havo va gaz gorelkasining ustki qismida joylashgan ochiq nov orqali quyiladi (1.8-rasm).



1.8-rasm. Suyuq holdagi konverter toshqolini ochiq nov orqali yallig‘ qaytaruvchi pechga quyish payti aks ettirilgan.

Hosil bo‘lgan sulfidli shteyn sifon yoki maxsus quvursimon metalli shnur orqali yon devorlarining har ikkala tomonidan cho‘yan idishga oqiziladi. Toshqolni oqizish uchun esa pechning gaz quvuri qismidan pech tubidan 0,8–1,0 m balandlikda vannaning deyarli ustki qismida, yon devorining har ikkala tomonida toshqol tuynugi joylashgan.

Hosil bo‘lgan ikkilamchi gazlar pech tubida joylashgan gorizontal vannaga nisbatan 7–15⁰ burchak bo‘yicha qurilgan gaz mo‘risi (apteyk) va baland vertikal quvur orqali ochiq havoga chiqarib yuboriladi.

Gaz mo‘risi shamot g‘ishtlardan qurilgan bo‘lib, qisman yirik changlar ushlab qolinadi. Yallig‘ qaytaruvchi pechning afzalliklari quyidagilardir:

- yuklanayotgan xomashyoga, shixta qorishmasiga unchalik yuqori talab qo‘yilmaydi (masalan, ashyoning namligi, uning mayda yoki yirikligi, changning ko‘pligi va hokazo);
- misning shteyn tarkibiga o‘tish foizining yuqoriligi (96–98%);
- changning pechdan ajralib chiqishining kamligi (1–1,5%);

- umumiy unumdorlikning yuqoriligi(sutkasiga 1200–1600 tonna ashyo eritish mumkin);

- yoqilg‘ining pechda joriy qilish koeffitsiyenti 40–45%;

- pechning tuzilishi, konstruksiyasi, qurilishi juda oddiy.

Pechning asosiy kamchiliklari:

- sulfidsizlashtirish darajasi ancha past;

- yoqilg‘i ko‘p sarflanadi, masalan, 1 tonna xomashyoni eritish uchun 150–200 kg shartli yoqilg‘i sarflanadi;

- chiqindi, oqova gaz to‘g‘ri ochiq havoga, atrof-muhitni bulg‘agan holda chiqarib yuboriladi;

- oqova gazni sulfat kislotasi olish uchun ishlatib bo‘lmaydi, sababi tarkibida sulfid angidridi 1,0–2,0 % gacha bo‘ladi.

Yallig‘ qaytaruvchi eritish pechida eritish uchun ashyolarni tayyorlash

Yallig‘ pechning xomashyosiga boyitma, flus va aylanuvchi materiallar kiradi. Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida olinadigan boyitmaning o‘rtacha kimyoviy tarkibi, %: C 16,0– 18,0; Fe 31,6–33,0; S 35,5; SiO 5,5; Fe₂O₃ 2,3; CaO– 0,1. Shu boyitmaning mineralogik tarkibi, % Cu₂S 14,0; CuFeS₂ 20,0; Cu₅FeS₄ 1,0; FeS₂ 9,0; Fe₂O₃ 3,0; SiO₂ 5,5; CaCO₃ O₂; qolganlari 7,3 ni tashkil etadi.

Boyitmani granulometrik (kukun zarralarning o‘lchamlari) tarkibi 0,15 mm (100 %) dan 0,043 mm (90 %) gacha oraliqda o‘zgaradi. Suzgichdan keyin namlik 10–17 % ni tashkil qiladi.

Yallig‘ qaytaruvchi eritish pechining toshqol tarkibini hisobga olib, xomashyoga ishqor yoki nordon fluslar qo‘shiladi. Ishqor flus sifatida ohaktosh keng ishlatiladi. Nordon flus sifatida esa kvars yoki dioksidi ko‘p miqdorda kremniy bo‘lgan mis rudasi ishlatiladi. Olmaliq sharoitida o‘z tarkibida oltin bo‘lgan kvars rudasi ishlatiladi. Ushbu rudaning kimyoviy tarkibi, %: CuO– 36; SiO–68,6; CuO–1,2; Fe–5,4; FeO – 5,5; MgO – 0,9; S–0,33.

Flusni tanlashda, asosan, transport sarf-xarajatlari hisobga olinadi. Shu sababli sifati yomonroq bo‘lsa ham, mahalliy fluslar keng ishlatiladi.

Aylanuvchi moddalar hisobidan har xil changlar ishlatiladi: kuydirish, mo'ri nishi, qozon-sovutkich, konverter va boshqalar. Ularda misning tarkibi 9,86 dan 44,6 % ga yetadi. Bundan tashqari changda rux, qo'rg'oshin, temir, oltingugurt, kremniy dioksidi, alyuminiy va kalsiy oksidlari mavjud.

Changlar yallig' pechda qayta ishlanadi. Ularning zarralari o'ta mayda bo'lganligi sababli chang texnologik gaz bilan qisman chiqib ketib, yangidan aylanuvchi modda bo'lib qoladi. Bu esa katta hajmdagi misning foydasiz aylanib yurishiga olib keladi.

Mis eritish zavodlarida har xil xomashyo tayyorlash usullari ishlatiladi. Ulardan eng keng tarqalgan usul – xomashyo komponentlarini tasmali konveyerlarda aralashtirishdir. Maxsus bunkerlardan boyitma, flus va aylanuvchi moddalar tarozilardan o'tgach, yig'ma konveyerga yuklanadi. Harakatlanish davrida, qayta yuklash pog'onasida va yallig' pechning bunkerida xomashyo komponentlari yaxshi aralashtiriladi. Bunday tizim qulay va kam xarajatlidir, lekin xomashyo tarkibini bir xil ushlab turish qiyin kechadi.

Eng yaxshi xomashyo tayyorlash usuli – bedingtizimidir. Xomashyo komponentlari qatlam-qatlam joylashtirilib, konveyerning vertikal kesimi bilan olinib, transporterga beriladi. Bunday tizim Yaponiyada keng qo'llaniladi. Tizim har xil komponentli moddalar ishtirokida xomashyo tayyorlashga imkon yaratadi. Xomashyoning tarkibi yetarli darajada bir xil bo'ladi. Masalan, Yaponiyada 40 ga yaqin birikmadan foydalanilib, xomashyoda misning tarkibi 0,54 % o'zgarishi mumkin xolos. Ammo Olmaliqda bunday tizim qo'llanilmaydi, chunki ko'p miqdorli kapital mablag' kerak bo'ladi.

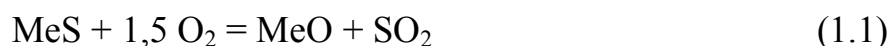
Zamonaviy mis eritish zavodlarida yallig' qaytaruvchi eritish pechiga qisman quritilgan (5–8 % N_2O) xomashyo yuklanadi. Kuydirilmagan boyitmani ishlatishda xomashyoning issiqlik iste'moli ortadi, transport va yuklash sharoitlari og'irlashadi hamda ishlab chiqarish unumdorligi pasayadi. Yallig' qaytaruvchi eritish pechiga kuydirilgan boyitma (ogarok) yuklash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Xomashyo yoki boyitmani kuydirish

Tarkibida misi kam boʻlgan dastlabki ashyo va birikmalarni isteʼmol qiladigan bir qator zavodlar ishlatiladi. Olmaliq sharoitida boyitmada mis miqdori borgan sari kamayib borayapti. Shuning uchun uni birinchi navbatda kuydirish ishlari ishlab chiqarish samaradorligini orttirishi mumkin. Biroq Olmaliq mis eritish zavodlarida boyitmani kuydirish umuman ishlatilmaydi, misli boyitma toʻgʻridan-toʻgʻri eritiladi.

Dastlabki pogʻonada boyitmani kuydirish mis miqdori yuqoriroq boʻlgan boyitmani olish, mis tarkibi koʻproq boʻlgan shteyn va sulfat kislota olish mumkin boʻlgan texnologik gazlarni olishga imkon yaratadi.

Kuydirish davomida metall oksidi yoki sulfat quyidagi yakunlovchi reaksiyalar orqali boradi:



Birinchi reaksiya deyarli bir tomonlama boradi.

Kuydirish uchun eng mos dastgoh – bu qaynovchi qatlamli (KS) pechdir. Kuydirish harorati 650–750⁰C (sulfatlash) va 850–1050⁰C (oksidlanish) boradi.

Kuydirish jarayonlari AQSH, Yaponiya va boshqa davlatlarda keng ishlatiladi. Sulfatli kuydirishda mis 94–98 % suvda eriydigan birikmalarga oʻtadi va suvli eritmaga oʻtkazilib, elektroliz orqali erkin holatda ajratib olinadi. Olmaliq sharoitida kuydirish jarayonini qoʻllash rejalashtirilmagan, pechga xomashyo sulfidli boyitma holida yuklanadi.

Yalligʻ qaytaruvchi eritish pechida katta hajmda organik uglerod yoqilgʻi ishlatiladi. Bu jarayonda ajralib chiqqan issiqlikning taʼsirida, pechning ishchi hajmi va vannasida turli fizik-kimyoviy oʻzgarishlar boradi: namning parlanishi, xomashyoning isishi va erishi, kimyoviy oʻzgarishlar va xomashyo komponentlarining bir-biri bilan reaksiyaga kirishishi, shteyn va toshqolning

paydo bo'lishi, gaz fazasining ashyo va eritma bilan o'zaro ta'siri va nihoyat qattiq, suyuq va gaz fazalarining pechning futerovkasi bilan ta'sirlanishi kechadi.

Xomashyoni yuklashda ko'proq suv bug'lari bug'lanadi va oltingugurt birikmalari bilan sulfat kislotalari bug'larning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Moddalarning parchalanishi ham jarayonning birinchi daqiqalaridayoq sodir bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Yallig'-qaytaruvchi pechda eritiladigan mis xomashyosining tavsifi?
2. Eng yaxshi xomashyo tayyorlash usuli?
3. *Suyuq holdagi konverter toshqolini ochiq nov orqali yallig' qaytaruvchi pechga quyish sababi?*
4. Yallig' qaytaruvchi eritish pechida qanaqa yoqilg'i ishlatiladi?

1.5. Yallig'-qaytaruvchi pechda kuydirilmagan sul'fidli mis boyitmalarini eritishda kechadigan fizika- kimyoviy o'zgarishlar

Yallig' qaytaruvchi eritish pechida fizik-kimyoviy jarayonlar qanday kechadi? Shixta tarkibiga mis boyitmasidan (Cu 16–22%) tashqari fluslar, ya'ni kvarsli ruda, oltinli kvarsli ruda (yoki ZIF konsentrati), ohaktosh, qaytar changlar va ikkilamchi mahsulotlar kiradi. Yuqori harorat ta'sirida qiyalikda avval shixta qiziydi. Asta-sekin namlik kamayib, minerallarning fizik-kimyoviy o'zgarishi natijasida birikmalar parchalana boshlaydi. Haroratning yuqoriligi, qiyalikning haddan tashqari harorat ta'sirida yallig'lanishi va qizigan qubbadan nurlanish orqali haroratning urilishi shixtani 915–950⁰C gacha qizitadi va mahsulot tarkibining asosi – sulfid birikmalari eriy boshlaydi va shteynning hosil bo'lishi boshlanadi.

Oltingugurtli moddalarning erishi o'z o'rnida shixta tarkibidagi boshqa birikmalarning ham tez qizishiga, harorat 100⁰C ga ortgan paytda esa toshqolning asosiy tarkibini egallovchi oksidlarning eritmaga o'tish bosqichi boshlanadi. Qiyalikda past haroratda eriydigan birikmalarning tez erib, tinimsiz vannaga oqib

turishi qiyin eriydigan oksid va boshqa moddalarning erishiga yo‘l qo‘ymaydi. Erigan modda o‘zi bilan birga erimagan, endigina qizib, parchalanib turgan moddani pech qiyaligida sirpantirib, vannaga tushirib yuboradi. Ushbu moddalarning erish oraliq harorati 30–100⁰C gacha boradi, biroq toshqolning nordonlik darajasi ortib borishi oraliq haroratni 250–300⁰C gacha orttirib yuborishi mumkin.

Asosiy erish mahsulotlarining ajralish jarayonlari

Qisman erigan birikmalar qiyalikdan vannaga tushishi bilan asosiy erish, mahsulotlarning fizik-kimyoviy aylanishi natijasida shteyn va toshqol hosil bo‘la boshlaydi.

Konverter toshqoli suyuq holda 1100–1250⁰C harorat ostida to‘g‘ri pech vannasiga quyiladi, undan 2–5 % bo‘lgan mis va kerakli metallar, asosan, shteynga o‘tadi.

Ashyolarning vannada qizib, so‘ngra erishi eritmaning barcha nuqtalarida haroratning bir xil bo‘lishi, toshqolning hosil bo‘lishi, ekzotermik reaksiyalarning borishi erish texnologiyasining yakuniy bosqichidir. Ushbu jarayonning qulay me‘yorda borishida issiqlik, asosan, quyidagicha sarf bo‘ladi:

Q₁ – qiyalikdan tushayotgan ashyoning qizishi uchun 15–20%;

Q₂ – erish jarayonining tugatilishi va qayta yuklangan toshqolning paydo bo‘lishi uchun 40–45%;

Q₃ – Q₄ – konverter toshqolini qayta eritish va endotermik reaksiya uchun (masalan, magnetitni qaytarish uchun) 35–40%;

Q₅ – issiqlikning devorlari va ostki qismi – tubi orqali yo‘qolishi – 1%;

Q₆ – erigan toshqolning kremnezemini o‘zlashtirish uchun ekzotermik reaksiyalarning borishi ham qisman issiqlik sarf qiladi.

Pech ichida eritma harorati deyarli bir xil bo‘ladi. Shteyn zarralari yuqori haroratda butun vanna bo‘ylab, shteyn zarralariga qaraganda kamroq harakatda bo‘lgan toshqol eritmasi orqali suzib o‘tishi natijasida toshqol haroratini issiqlik o‘tkazuvchanligi tufayli o‘ziga qabul qilib oladi. Vannadagi issiqlik, massa almashinuv jarayonlari, endo va ekzotermik reaksiyalar tufayli rivojlanib, bu

Issiqlik oqimi manbai bo'lib xizmat qiladi va vannaning butun chuqurligi bo'yicha bir xil ta'sir qiladi. Shuning uchun ham vannadagi harorat pechdagi barcha jarayonlarga o'z ta'sirini o'tkazadi. Masalan, toshqol harorati o'z o'rnida eritmadagi shteyn va toshqolning tez hamda sifatli ajralishiga bog'liq, ya'ni haroratning qanchalik yuqori bo'lishi erigan toshqol qovushqoqligining kamayishiga, bu esa hosil bo'lgan shteyn cho'kish tezligining ortishiga olib keladi.

Vannadagi harorat maromi omillari, asosan, pechga yuklanayotgan xomashyo tarkibiga bog'liq. Shuning uchun ham pechdagi barcha jarayonlarning to'la-to'kis bir me'yorda borishi uchun albatta nazariy o'rganib, moddalar ratsional tarkibini, shteyn va toshqol miqdorini, so'ng issiqlik (miqdori) tezligini hisoblab, ulushini keltirib chiqarish kerak bo'ladi. Shixta aralashmasi tarkibining noto'g'ri qabul qilinishi issiqlik haroratining buzilishiga, yoqilg'ining ko'p sarflanishi, toshqol tarkibida metalning ortib ketishi yoki qisman toshqol miqdorining umumiy ortib ketishiga olib keladi. Bu esa metalning yo'qolishiga, uning ashyodan shteynga ajralish foizining kamayishiga sabab bo'ladi.

Kimyoviy jarayonning nazariy asoslari

Metallurgiya sanoatida ishlatilayotgan yallig' qaytaruvchi pechlar quruq misli boyitma hamda kuydirilgan misli boyitmalarni (ya'ni ogarok) qayta eritish uchun mo'ljallanganligi avvalgi bo'limlarda aytib o'tildi. Olmaliq mis eritish zavodi misolida hisoblar olinganligi uchun ham quruq misli boyitma dastlabki asosiy xomashyo sifatida qabul qilinadi.

Kimyoviy jarayonlar eng avval pechda boradigan gaz muhitidagi kimyoviy unsurlarning qanday holatda bo'lishiga bog'liq bo'ladi. Chunki gazli muhit tarkibida erkin kislorodning bo'lishi oksidlovchi muhitni uyg'unlashtirsa, vodorod yoki uglerod va uning oksidlarining bo'lishi qaytaruvchi muhitni vujudga keltiradi. Yallig' qaytaruvchi pech eritmasining ustki qismi gazzimon muhitda, qisman erkin kislorod bo'lib, yonilg'ining yonishi va issiqlikning tarqalishi ro'y beradi. Bu neytral yoki juda kam miqdorda oksidlovchi muhitni yuzaga keltiradi. Ushbu pech-

da boradigan kimyoviy jarayonlar majmuini shartli ravishda to'rtta guruhga bo'lish mumkin.

Birinchi guruhda shixta pechga xampalar orqali yuqori qismdan pech qiyaligiga yuklangandan keyin neytral atmosferada ashyoning namligi bug' holatiga o'tishi bilan ayrim birikmalarning parchalanishi boshlanadi. Avvalo Fe va Cu ning oltingugurtli birikmalari karbonat va oksidlar, umuman olganda, barqaror bo'lmagan birikmalar termik parchalanishi bilan davom etadi.

Oltingugurtli mis boyitmasining termik parchalanishini quyidagi kimyoviy reaksiyalar orqali bayon qilish mumkin.



Shixtaning tarkibiga uning eruvchanligini me'yorga keltirish hamda toshqolning qovushqoqligini normallashtirish uchun ohaktosh qo'shib boriladi. Uning tarkibida ohaktosh quyidagicha parchalanadi:



Oltingugurtli birikmalarning texnik parchalanishi natijasida ajralib chiqqan oltingugurt gazsimon muhitdagi kislorod bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, SO_2 ga aylanadi.

Qiyalikdagi asosiy kimyoviy reaksiyalar minerallarning parchalanishi ekanligi alohida qayd etib o'tildi. Endi uning qay yo'sinda ketish tezligiga bog'liq bo'lgan asosiy omillar haqida to'xtalamiz.

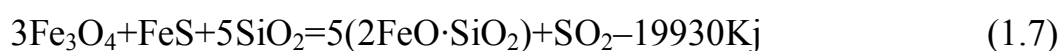
Shixtaning qumoqligi, ya'ni mayda yo yirikligi, minerallarning xossalari, gaz va oltingugurt bug'ining qizish harorati va uning parsial bosimi (masalan CO_2), barcha-barchasi pech ichida boradigan fizik-kimyoviy jarayonga o'z ta'sirini o'tkazadi.

Harorat 743°C ortgandan so'ng, asosan, pirit, asta-sekin kovellin, xalkopirit va boshqa oliy oltingugurtli birikmalar yuqorida ko'rsatilgan reaksiyalardagidek

parchalanadi. Ashyodan barcha karbonatlar (1.6) reaksiyadagidek parchalanib ketadi.

Demak, birinchi guruhdagi jarayonlar birikmalarning parchalanishi, natijada oltingugurtning ajralib chiqishi bilan yakunlanadi.

Ikkinchi guruhning reaksiyasi ferritlarning ($\text{MeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) sulfidlar bilan o‘zaro ta‘siriga bog‘liq, natijada oltingugurt ajraladi. Asosiy reaksiya qatoriga magnetitning $\text{Fe}_3\text{O}_4=\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ temir sulfidi bilan kremnezem ishtirokida ta‘sirini alohida qayd etish maqsadga muvofiqdir.

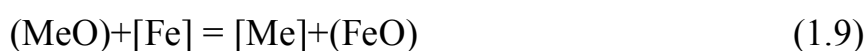


Yuqoridagi (5.10) reaksiya 1200^0C dan ortgandan keyin boshlanib, haroratning ortishi bilan reaksiya tezligi va to‘laqonliligi ortib boradi. Magnetitning oltingugurtli birikma bilan SiO_2 ishtirokida qaytarilishi toshqolda FeO ning faolligini kamaytiradi. Magnetit haqida alohida to‘xtalib o‘tishimizning sababi bor, albatta, chunki uning toshqol va shteyn tarkibida ko‘payishi ularning fizik-kimyoviy xossalariiga salbiy ta‘sir o‘tkazadi. Masalan, Fe_3O_4 konsentratsiyasining ortishi toshqol-shteyn hududidagi fazalararo tarangligini kamaytiradi, natijada toshqol eritmasining qovushqoqligi ortib ketadi. Bundan tashqari toshqol va shteyn tarkibida magnetit kam erib, ular orasida yarim erigan qatlam hosil qilib qolishi mumkin. Ayniqsa, pech tagida magnetitli qiyin eriydigan birikmalarning hosil bo‘lishi pech hajmini, eritma balandligini kamaytirib yuboradi. Natijada pechning umumiy unumdorligi kamayishi bilan birga toshqol tarkibidagi mis tarkibi ortib ketadi, bu o‘z o‘rnida misning ko‘proq yo‘qotilishiga olib keladi.

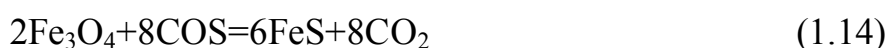
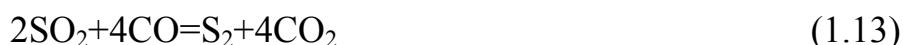
Toshqol va shteyn oralig‘ida oksidli faza chegarasida magnetit konsentratsiyasining kamayishi (1.7) ko‘rinishdagi kimyoviy reaksiyaning faol borishi bilan ro‘y beradi.

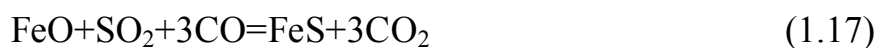
Yuklanayotgan xomashyo tarkibida Fe_3O_4 ning iloji boricha kam miqdorda bo‘lishini ta‘minlash, yallig‘ qaytaruvchi pechda texnologik jarayonning bir

me'yorda borishiga olib keladi. Biroq deyarli barcha mis eritish zavodlarida suyuq holdagi konverter toshqollarini yallig' qaytaruvchi pechga 1225–1250⁰C atrofida bo'lgan haroratda quyiladi. Uning tarkibidagi 20–30% li Fe₃O₄ bo'lib, uning hammasi ham (1.7) kimyoviy reaksiya holiga o'tavermaydi. Professor V. I. Smirnovning hisobi bo'yicha, konverter toshqoli tarkibidagi barcha magnetitning bor-yo'g'i 60% gina parchalanib ketishi mumkin, xolos. Professor A.V.Vanyukovning qayd etishicha, konverter toshqolidagi magnetit yallig' qaytaruvchi pech eritmasida quyidagicha taqsimlanadi: 40% shteyn tarkibiga, 40% toshqol tarkibiga singib ketsa, 20% magnetit parchalanib, qaytarilishi mumkin. Ko'p olimlar magnetitni parchalash, uni qaytarish borasida juda ko'p ilmiy izlanishlar olib borishgan. Shulardan ayrimlari Olmaliq mis eritish zavodida tatbiq qilib kelinmoqda. Ayniqsa, Olmaliq rux zavodi klinkerlarining yallig' qaytaruvchi pechda deyarli to'liq, doimiy qayta ishlatilishidan maqsad nafaqat uning tarkibidagi qimmatbaho va rangli metallarni shteynga o'tkazib, qo'shimcha metall olish, shu bilan birga uning tarkibidagi 12–14% metall holdagi temirni va 14–20% uglerodni qaytaruvchi sifatida eritmada faol ishtirok ettirishdir. Umumiy qilib, quyidagi reaksiyalarni keltirish mumkin.



Agar klinker tarkibidagi uglerodni va boshqa qaytaruvchi birikmalarni misol tariqasida ko'rib chiqadigan bo'lsak, pech eritmasida, qiyaligida quyidagi kimyoviy jarayonlar borishi mumkin, deya taxmin qilamiz:





Ushbu kimyoviy reaksiyalardan ham ma'lumki, sulfidli birikmalarning termik parchalanishi, magnetitning sulfidlar bilan o'zaro birikishi natijasida qo'shimcha 7–10% gacha oltingugurt ajralib chiqib ketadi. Desulfurizatsiya, ya'ni oltingugurtning gaz holatiga o'tish miqdori o'rtacha 50–55% ni tashkil etadi. Mualliflar Olmaliq mis eritish zavodi muhandislari, professor V. P. Bistrov, V. L. Belix, K. A. Mavlyanov, V. A. Dovchenko, B. O'. Ismoilovlar bilan birgalikda qaytaruvchi-sulfidlovchi moddalar yordamida oltingugurtni gazsimon holatga emas, balki uni suyuq holatda, ya'ni shteyn tarkibiga o'tkazishga erishdilar.

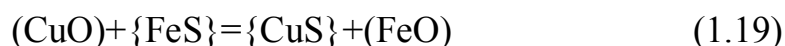
Natijada oqova gaz tarkibidagi SO_2 1,0–1,7% dan 0,01–0,5% gacha kamayib ketdi. Oltingugurt oksidining oqova gaz tarkibida kamayishi nafaqat atrof-muhitning tozaligini ta'minlaydi, balki uning shteyn tarkibiga o'tishi, konverter agregatida purkash mobaynida oltingugurt gazsimon holatga o'tib, sulfat kislotasi olish uchun ishlatilishi qo'shimcha iqtisodiy samara beradi. Uchinchi guruhga taalluqli bo'lgan kimyoviy reaksiyalar, asosan, oksidlangan rangli metallarning oltingugurtli birikmalar bilan bo'lgan o'zaro ta'siriga bog'liqdir. Umuman olganda, oksidlar bilan temir sulfidining o'zaro ta'sirini quyidagi ko'rinishda tasavvur qilish mumkin:



Ushbu kimyoviy reaksiya natijasidan ma'lumki, metallar shteyn va toshqol tarkibiga o'tadi. Metallarning u yoki bu fazaga o'tishi ularning oltingugurt va kislorodga bo'lgan moyilligi, shuningdek, (1.18) kimyoviy reaksiyaning qanchalik to'liq va faol borishiga ham bog'liqdir.

Ayrim metallar, masalan, Si, Ca, Mg, Al va boshqalarning kislorodga bo'lgan moyilligi ancha yuqori bo'lganligi uchun ham deyarli to'liq oksidlanib,

toshqol tarkibiga o'tadi. Mis va nikelning oltingugurtga moyilligi ancha yuqori, shuning uchun ham sulfid holida shteyn tarkibida jamlanadi. Shteyn tarkibida temir sulfidi ko'p bo'ladi. Biroq temirga qaraganda misning yuqori haroratda oltingugurtga moyilligi yuqori, kislorodga nisbatan past bo'ladi. Shuning uchun quyidagi kimyoviy reaksiyani, asosan, o'ng tomonga qarab boradi, desak mubolag'a bo'lmaydi, chunki mis eritmada ko'proq sulfid holida bo'ladi.



Ayrim zavodlarda misga boy shteyn olinadi. Shteynda mis tarkibi ortib borishi bilan (ayniqsa, 35% dan ortsa) toshqol tarkibida ham parallel ravishda mis tarkibi ortib boradi. Shunday paytlarda yuqoridagi (1.19) kimyoviy reaksiya teskari, ya'ni chap tomonga borishi mumkin. Unda toshqol tarkibida mis oksid holida yo'qoladi. Nikel ham eritmada xuddi mis kabi taqsimlanadi.

Temir va boshqa birikmalar haqida

Yuqorida ko'rib chiqilgan temir-mis sulfidlaridan tashqari, mis boyitmasida pirrotin Fe_7S_8 ham uchrab turadi.

Neytral yoki qaytarilish atmosferasida birikma qizdirilsa, 600°C dan yuqori haroratda pirit quyidagi kimyoviy reaksiya orqali ajraladi:



1000°C haroratga yetganda pirit to'liq ajraladi. O'sha havo atmosferasida temir sulfidi (FeS) murakkab birikma bo'lib, deyarli ajralmaydi. Temir sulfidlari oksidlantiruvchi atmosferada qizdirilsa, oksid holatigacha oksidlanadi (Fe_2O_3 – gematit va Fe_3O_4 – magnetit).

Gematit 1560°C da eriydi, lekin havo atmosferasida $1350\text{--}1380^\circ\text{C}$ oralig'ida yengil ajraladi, ya'ni:

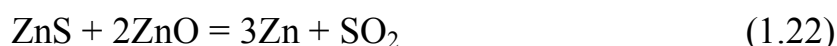


Magnetit murakkab kimyoviy birikma bo‘lib, neytral va oksidlantiruvchi atmosferalarda 1590⁰C da suyuq holatga ajralmasdan, o‘z kimyoviy ko‘rinishini o‘zgartirmasdan o‘tadi.

Temir oksidi FeO (vyustit) o‘ta murakkab birikma, neytral atmosferada qizdirilsa, umuman o‘zgarmaydi. Oksidlantiruvchi atmosferada yuqori oksid holatlarga, masalan, magnetit holiga oson o‘tadi.

Mis boyitmasida mavjud bo‘lgan rux, qo‘rg‘oshin va boshqa metall birikmalarining o‘zgarishini qisqacha ko‘rib chiqamiz.

Rux sulfidi ZnS qisman oksidlanadi, qisman parchalanadi, qisman esa reaksiyaga kirib, erkin metallik holiga o‘tadi:



Yallig‘ eritish pechida rux jarayon mahsulotlarida quyidagicha taqsimlanadi: shteynga 45,5%; gaz va changga 5,55%, toshqolga 50 %.

Mis boyitmasida ko‘pincha qo‘rg‘oshin sulfidi Pb uchraydi. Yallig‘ pechda eritish davrida qo‘rg‘oshin quyidagicha taqsimlanadi: shteynga 30%, toshqolga 59,6 %, chang va gazlarga 10,4 %.

Mis boyitmasida ko‘pincha margimush, surma, vismut va kamyob metallar bo‘ladi. Ularning kimyoviy aylanishlarini batafsil o‘rganish uchun, birinchi navbatda, jarayon mahsulotlari ichra taqsimlanishlari ko‘rib chiqiladi, %:

	As	Sb	Bi
Toshqolga	54,2	54,0	7,6
Gazga	11,8	16,0	85,4
Chiqish darajasi	66,0	70,0	93,0
Shteynga	34,0	30,0	7,0

Kamyob metallarning taqsimlanishi, %:

	Cd	In	Ge	Tl	Se	Te
Shteyn	59	55	33	53	70	62
Toshqol	17	40	54	38	9	18
Chang	24	5	13	9	21	20

Bekorchi va ikkilamchi jins minerallari bo‘lmish kremnezem SiO_2 , glinozem Al_2O_3 , kalsiy oksidi CaO va boshqalar, deyarli o‘zgarmagan holda, toshqol tarkibiga to‘liq o‘tadi.

Qurama tizmasida mis-molibden koni alohida joylashgan, biroq uning yonginasida rux-qo‘rg‘oshinli kon ham bor. Misli ashyolar tarkibida ruxning paydo bo‘lishi bejiz emas. Rux sulfidi yuqori erish haroratiga ega bo‘libgina qolmay, uning zichligi ham ancha kamdir. Rux ko‘proq shteyn tarkibiga o‘tadi. Shixta tarkibida ruxning ko‘payishi shteyn zichligining kamayishiga olib keladi. Toshqol chegarasidagi fazalar oralig‘idagi taranglik kamayishi ro‘y beradi. Bu o‘z navbatida toshqol tarkibida misning ko‘proq yo‘qolishiga bog‘liq. Umuman olganda, ruxning shteyn va toshqolga taqsimlanishi misning shteyn, FeO ning toshqol tarkibida ko‘payishiga olib keladi. Rux oksid holida jarayonga unchalik salbiy ta‘sir ko‘rsatmasa-da, biroq sulfid holidagi ruxning shixta tarkibida ko‘p bo‘lishi toshqolda erigan oltingugurtli birikmalarning ko‘payib ketishi hisobiga rangli metallarning mexanik yo‘qolishi ortib boradi, bu esa misning toshqol bilan ko‘proq tashlanma joyga chiqib ketishiga olib keladi. O‘rtacha 5% gacha rux oqova gaz orqali chang hisobiga uchib ketadi. Olmaliq tog‘- metallurgiya kombina-tidagi xomashyo tarkibida qimmatbaho metallar: oltin, kumush, kadmiy, indiy, germaniy, talliy, selen, tellur, osmiy, reniy va boshqa rangli va nodir metallar mavjudki, ular eritish mobaynida shteyn, toshqol, gaz va chang tarkibiga o‘tib, quyidagicha taqsimlanadi: oltin va kumush zichligi boshqa metallarga qaraganda ancha og‘ir bo‘lganligi uchun ham asosan shteyn tarkibiga o‘tadi. Reniy, asosan, chang tarkibida bo‘lib, oqova gaz bilan uchib chiqadi.

Nodir metallardan selen bilan tellurning 65–70% shteynga o‘tsa, 20% atrofida metallar oqova gaz tarkibida uchib ketadi, qolgan gaz miqdori toshqolga o‘tadi, qolgan metallar: indiy, germaniy, talliy o‘rtacha teng yarmi toshqolda bo‘lsa, qolganlari toshqol va gaz tarkibida bo‘ladi. Bu nodir metallar o‘zi kam bo‘lganligi uchun ham ularni qayta ishlash yoki ajratib olish unchalik yuqori iqtisodiy samara bermaydi. Biroq reniy va osmiylarni nihoyatda kam miqdorda bo‘lsa ham ajratib olish eng dolzarb muammolardan biridir. Bu kamyob metallar mustaqil respublikamiz xalq xo‘jaligiga eng kerakli metallardandir. Unchalik murakkab bo‘lmagan gidrometallurgiya usuli bilan har ikkala metalni ham Olmaliq mis eritish zavodida qo‘shimcha sex ochib, ajratib olish mumkin. Tanlab eritish va oddiy ekstraksiya usuli bilan sulfat kislotasi sexidagi texnologik eritmani qayta ishlash unchalik ko‘pkapital mablag‘ talab qilmaydi.

Mis eritish mobaynida unga yo‘ldosh bo‘lgan barcha unsurlarni qayta ishlash yo‘li bilan ajratib olish, ularni kompleks qayta ishlash davr talabi ekanligini bugungi bozor iqtisodiyoti ko‘rsatib turibdi. Konlar tarkibida asosiy metallarning kamayib borishi, elektr va atom texnikasining misli ko‘rilmagan darajada rivojlanishi nodir metallarga bo‘lgan ehtiyojning ortib borayotganligidan dalolat bermoqda. Bu borada Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinatida ham umidli kompleks tadbirlar rejalashtirilmoqda.

Nazorat savollari

1. Konverter toshqoli suyuq holda qancha harorat ostida to‘g‘ri pech vannasiga quyiladi?
2. Magnetit qanday kimyoviy birikma?
3. Mis boyitmasida mavjud bo‘lgan birikmalar?
4. Temir va boshqa birikmalar tasnifi?

1.6. Yallig‘-qaytaruvchi pechning konstruksiyasi. Yallig‘-qaytaruvchi pechda eritishning amaliyoti

Yallig‘ pechda yuqori haroratda eriydigan xomashyo moddalari ishlatiladi. Shuning uchun jarayonga nisbatan ko‘p yoqilg‘i sarflanadi. Qattiq, suyuq (mazut) va tabiiy gaz ishlatilishi mumkin. Mazutning taxminiy kimyoviy tarkibi, %: S^r 82,5; N^r 10,6; N^r 0,3; O^r 0,2; S^r 3,1; A^r 0,3; W^r 3,0. Tabiiy gaz tarkibida, %: SN₄ 92,0 – 95,3; C_m H_n 0,4–4,9; N₂ 1,3–2,0; SO 0,6; SO₂ 0,3–0,4; N₂S 0,2; N₂ 3,0; O₂ 0,5. Issiqlik chiqarish qobiliyati mazutniki 38976 kDj/kg, tabiiy gazniki esa 36492 kDj/kg. Yoqilg‘ining turi va shaklini tanlashda, asosan, iqtisodiy muammolarning ahamiyati katta. O‘zbekiston sharoitida qattiq yoqilg‘i – ko‘mir kukuni ishlatilmaydi. Asosan, tabiiy gaz ishlatiladi. Qish davrida, gazning yetishmovchilik sharoitida mazut keng ishlatiladi.

Yallig‘ pechda, asosan, mazutning 40, 100 va 200 markalari ishlatiladi. Mazutni tanlashda uning tarkibida parafin borligiga ahamiyat beriladi. Chunki parafin mazutning yopishqoqligini orttirib yuboradi va uni yoqishda katta muammolar tug‘diradi.

Yallig‘ pechning asosiy yoqilg‘isi – tabiiy gazdir. Gaz pechda 0,07–2,5·10⁵ Pa li ortiqcha bosim bilan beriladi. Ortiqcha beriladigan havoni k=1,00–1,05. Yondirgichlarni ishlab chiqish unumdorligi soatiga 1100 m³.

Yallig‘ pechlar aniq issiqlik tartibi bo‘yicha ishlaydi. Tartibning asosiy belgilari: issiqlikning kelishi, bir yondirgichga havoning sarfi, pechning oxirida havoning tortishish kuchi, pechdan chiqayotgan gazning tarkibi va pechning ishchi hajmida haroratning taqsimlanishi.

Issiqlikning kirib kelishi pechning ishlab chiqarish unumdorligini aniqlovchi omildir. Buning belgisi – bir soatda yoqilg‘ining sarflanishidir: kg yoki m³.

Issiqlik yuklamasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$W = Q_H^p V, \text{ kDj/s}$$

Bunda: Q_H^p– yoqilg‘ining eng past issiqlik chiqarish qobiliyati, kDj/kg (m);

V – bir soatda yoqilg‘ining sarfi, kg yoki m³.

Har bir pechning issiqlik yuklamasi tajriba orqali aniqlanadi va uning qiymati quyidagi omillar bilan bog‘liq: pechning o‘lchamlari, ishlab chiqarish unumdorligi, gaz o‘tkazish tizimining imkoniyatlari. Agar oqilona issiqlik yuklamasi aniqlanmasa, yoqilg‘ining befoyda sarfi ko‘payadi, gazning tezligi 10 m/s dan ortib ketadi, changning ajralib chiqishi ortadi va boshqa zararli ko‘rsatkichlari paydo bo‘ladi.

Olmaliq zavodida pechning foydali sirt 240m³, issiqlik yuklamasi 218·10 kDj/s, issiqlik kuchlanishi 907·106 kDj(m·s).

Yoqilg‘i hisobida gaz ishlatilsa, chiqayotgan gazning tarkibi, %: SO₂ 8–9; N₂O 17,5–18,5; N₂ 70–72; SO₂ 1,5 – 3,0 bo‘ladi.

Pechning dum tomonida harorat me‘yorda bo‘ladi, agar gazning harorati toshqol haroratiga nisbatan 70–100⁰C o‘zgarsa, bu me‘yoriy hisoblanadi.

Zamonaviy pechlarda xomashyo pechning ikki yonida joylashgan maxsus tuynuklar orqali yuklanadi. Devorning yonida joylashgan xomashyo uni yuqori harorat va eritma ta’siridan saqlaydi. Bunda changning ajralib chiqishi xomashyoga nisbatan 1,09 % dan ortmaydi. Agar xomashyo tarkibida 14,4 % mis bo‘lsa, chang tarkibida hisob bo‘yicha 8,1 % dan ortmaydi. Xomashyo pechning yonbog‘ida joylashadi. Yonbog‘ning burchagi 45–60⁰ bo‘lsa, me‘yoriy hisoblanadi. Pechga xomashyoni yuklash tezligi va takrorlanishi uning ishlab chiqarish unumdorligiga bog‘liqdir. Bunda sutkada 1500–2000 t xomashyo qayta ishlaydigan pechlarda bir yuklanganda 200–250 t xomashyo yuklanadi. Qoida bo‘yicha zavodda 6 soatda smenada 2–3 marta xomashyo yuklanadi. Xomashyoning uzluksiz yuklanishi pechning yaxshiroq ishlashiga olib keladi. Ammo bunda tuynuklardan texnologik gazlarning va issiqlikning chiqib ketishi pechning issiqlik tarkibini o‘zgartiradi va ishlab chiqarish unumdorligini pasaytirib yuboradi. Masalan, Olmaliq zavodida bir smenada 3 marta o‘rniga 4 marta yuklash ishlab chiqarish unumdorligini 10 % ga pasaytiradi.

Konverter toshqoli pechda agregatning bosh tomonida joylashgan maxsus tuynukdan nov yordamida quyiladi. Toshqol ozgina oqim bilan quyiladi, chunki bu

pechdagi eritmaning harakatlanishiga olib keladi va yonbog‘ning yuvilib ketishiga olib kelishi mumkin.

Har bir pech loyihalash davrida suyuq vannaning aniq balandligiga qarab mo‘ljallanadi. Balandligining ko‘tarilishi pech ishiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi: unda ishchi hajmi kamayadi, yonbog‘ning issiqlik qabul qilish sirti pasayadi, gazning harakatlanish tezligi ortadi. Qoida bo‘yicha, vannaning umumiy balandligi 90–120 sm bo‘lishi kerak. Vannaning balandligi shteyn va toshqollarning balandligiga bog‘liqdir. Shteyn eritmasining balandligi uni halokat holatida oqib chiqishi va magnetitning pech tubida paydo bo‘lishi bilan aniqlanadi. Vannaning balandligi eritma bosimini orttirib, g‘isht oralig‘i orqali suyuq eritma oqib chiqishiga olib kelishi mumkin. Balandlikning pasayishi toshqolning harorati kamayishi va pechning pastiga magnetitning cho‘kishiga olib keladi. Shuning uchun shteynning eng yuqori balandligi 60 sm, pasti esa 25–30 sm ni tashkil qilishi kerak. Toshqolning oqilona me‘yoriy balandligi 40–60sm ni tashkil etsa, jarayon yaxshi boradi.

Toshqol pechdan maxsus tuynuk orqali chiqariladi. Toshqolda misning isrofgarchiligini kamaytirish uchun toshqolning yuqori qatlamidan 10–100 mm pastroqda joylashgan eritmani chiqarish kerak. Pechdan toshqol eni 2–5 sm bo‘lgan oqim bilan chiqariladi. Shteyn pechdan maxsus shpur va sifon yordamida chiqariladi. Shteyn vaqti-vaqti bilan konverterlarning ishlashiga bog‘liq bo‘lgan holda chiqariladi. Shuning uchun ham 1.9-rasmda ko‘rsatilganidek, YaQP va konverter oralig‘i rasmdagidek uzoq emas. Suyuq eritmalar osilgan ko‘tarma kran orqali, har ikkala pechga cho‘mich orqali (rasmda o‘rtada) quyiladi.



1.9-rasm. Olmaliq mis eritish zavodining yallig‘ qaytaruvchi eritish pechi va konverteri oraliq‘i aks ettirilgan. Rasmdagi cho‘mich orqali olingan suyuq shteyn konverterga, suyuq konverter toshqoli esa yallig‘ eritish pechiga quyiladi.

Yallig‘ pechning me‘yoriy ishlashi uning texnikaviy nazoratiga bog‘liq. Nazorat issiqlik tartibini, moddalarning tarozida tortilishi, dastlabki xomashyo va mahsulotlarning kimyoviy tahlili va bir necha boshqa ko‘rsatkichlarni aniqlaydi. Boyitma, flus, konverter toshqoli, aylanma materiallar va jarayon mahsulotlari kimyoviy tahlil qilinadi. Smenali namunalar Cu, Fe, S, SiO₂, CaO larga tahlil qilinadi: konverter toshqoli misga, toshqol Cu, Fe, SiO₂ va CaO larga tahlil qilinib, tarkibi aniqlanadi. Sutkalik namunalar quyida kimyoviy birikmalarga alohida tahlil qilinadi: boyitma – Cu, S, SiO₂, CaO, Al₂O₃; fluslar – SiO₂, Fe, CaO, Al₂O₃; shteyn Cu, Fe va S aylanuvchi qator mahsulotlar – Cu, Fe, SiO₂, S, Al₂O₃; toshqol – Cu, Fe, SiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO. Zarurat bo‘lganda boshqa birikmalar ham aniqlanib turadi.

Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar

Har qanday metallurgik korxonaning ish faoliyati texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar bilan baholanadi. Asosiy ko'rsatkichlar: solishtirma eritish qobiliyati, solishtirma yoqilg'ining sarfi, suyuq eritish jarayonida mahsulotlarning chiqishi, misning shteynga ajratib olish darajasi, quvvat, suv va olovbardosh g'ishtlarning 1 t xomashyoga sarfi va hokazo.

Solishtirma eritish qobiliyati zamonaviy yallig' pechlarda $4,5 - 6 \text{ t/m}^2$ sutka davomida o'zgaradi.

Yallig' pechlar turli yoqilg'ilar bilan ishlaydi. Jarayonga sarflanadigan issiqlikni baholash uchun solishtirish shartli yoqilg'ining sarfi bilan baholanadi. Shartli yoqilg'i hisobida 7000 kkal/kg (29400 kDj/kg) organik modda qabul qilingan. Yallig' pechda shartli yoqilg'ining sarfi o'rtacha miqdorda 1 t xomashyoga 110 dan 290 kg gacha o'zgaradi. Bunday katta oraliq xomashyoning sifati, ishlab chiqarish tartibi, mahsulotlarning sifati, eritma va gazning harorati va boshqa o'zgaruvchan omillarga bog'liq.

Yallig' pechda o'tadigan jarayonda misni shteynga ajratib olish darajasi $95,0 - 99,5 \%$ ni tashkil qiladi. Misning toshqol bilan isrofgarchiligi $1,5 - 2,6 \%$ ni tashkil qiladi. Misning gaz bilan isrofgarchiligi $0,5 - 1,5 \%$ oralig'ida bo'ladi. Elektr quvvati sarfi 1 t xomashyoga uncha katta emas $15 - 25 \text{ kv}\cdot\text{s}$ 1 t xomashyoga o'tga chidamli olovbardosh g'ishtning sarfi $0,14 \text{ kg}$ ni tashkil qiladi.

Ishlab chiqarish korxonasining umumlashtirilgan ko'rsatkichi – bu mahsulotning tannarxidir. Mis sanoatida umumiy sarf-xarajatlarning $40 - 60 \%$ xomashyoga tegishlidir, boyitish jarayoniga $20 - 40 \%$ va metallurgik qayta ishlashga $20 - 30 \%$ atrofida bo'ladi.

Olmaliq mis eritish zavodida yallig' qaytaruvchi eritish pechida eritish sarf-xarajatlarning tuzilishi o'rtacha quyidagichadir, %:

yoqilg'i	– 26;
quvvat sarfi	– 53;
ishchilar maoshi	– 5;
sex sarflari	– 7;

dastgohning ekspluatatsiyasi – 9;
jami – 100;

Toshqollarni qayta ishlash

Metallurg olimlarimizning fikricha, tarkibida 0,7–1,0 % misi bor toshqolni qayta ishlash ruda tarkibidagi misni ajratib olishdan ancha arzonga tushadi. Raqam va dalillarga murojaat qilinsa, 1 tonna metall, xususan, mis olish uchun kamida 1000 tonna tog‘ jinsini qazib olish, 300–400 tonna rudani kamida 0,1 mm yiriklikda maydalab, boyitish kerak bo‘ladi. Eritish pechiga kelsak, 1 tonna metall olish uchun 10–30 tonna toshqol tashlanma joyga 1150–1200⁰C haroratda suyuq holda chiqarib tashlanadi. Uning tarkibida misni 0,5 % dan kamaytirishning shu kungacha deyarli iloji yo‘q. Iloji bo‘lsa ham, eritish jarayoniga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi.

Demak, shunday yangi texnologiya yaratilishi kerakki, toshqol tarkibidagi nafaqat mis, balki boshqa metallar, hatto temir ham ajratib olish metallurgiya sanoatida katta bir burilish bo‘lgan bo‘lar edi. Toshqol tarkibida misning asosiy qismi sulfid va elementar holatda joylashgan, desak, qolgan qismi erigan holda bo‘lishi Moskva texnologiya universiteti olimlari V.A.Vanyukov, V.Ya.Zaysev, V.P.Bistrovlar boshchiligida o‘rganilgan. Sulfid va metall holdagi misni ajratib olish mumkin bo‘lganligi uchun ham quyidagi usullar ishlab chiqilgan:

- gidrometallurgiya;
- flotatsiya;
- pirometallurgiya va boshqa turli aralash usullar.

XXI asr boshida tarkibida rangli va nodir metallar kam bo‘lgan toshqol va chiqindilarni qayta ishlash asosiy muammolardan biri bo‘lib qoldi. Juda ko‘p tavsiya etilgan toshqollarni qayta ishlovchi texnologiyalar sanoat miqyosida to‘liq ishlatilmayapti. Faqat flotatsiya usuli bilan boyitishgina ishlatilmoqda. Rossiyada professor V.A.Romenes rahbarligida ROMELT jarayoni “Novolipesk” kombinatida sanoat miqyosida tatbiq qilingach, metallurgiya sanoatida katta burilish yasaldi. Bu jarayon asosan yangi usul bo‘lib, tarkibida temiri yuqori

bo‘lgan chiqindilarni kokssiz qayta ishlab, cho‘yan olishga mo‘ljallangan. ROMELT ancha oddiy bo‘lib, unda asosan “Vanyukov pechi” jarayoni asos qilib olingan.

Tarkibida temiri bor xomashyo temirli boyitma shlam, okalin, temir chiqindilari va unga ohaktosh, ko‘mir qo‘shilib, qayta ishlanadi va qaytarilish jarayonida suyuq temir va uglerodli yarim mahsulot olinadi. ROMELT–bu jarayon bugungi kunda ishlab turgan oddiy cho‘yan olish texnologiyasiga qaraganda quyidagi afzalliklar bilan farq qiladi:

- qimmat bo‘lgan koks ishlatilmaydi va uning o‘rniga ancha arzon bo‘lgan ko‘mir ishlatish mumkin, tabiiy gaz kam sarflanadi;

- tarkibida temiri bor xomashyoni har qanday holatda tayyorgarliksiz pechga yuklash mumkin.

Temir va misning cho‘yan tarkibiga o‘tish foizi yuqori, ya’ni 60–90%. Kichik hajmdagi pechni qurish va ularni ishlatish qulay. Atrof-muhitni ifloslantirmaslik darajasi yuqori va chang chiqishi kam. Pechdan chiqayotgan oqova gaz harorati to‘la sovutiladi. Vanyukov pechi tinimsiz ishlaydigan jarayonlar turkumiga kirib, uning asl mohiyati tarkibida kislorodi yuqori bo‘lgan havo bilan biqirlab, toshqolli suyuq vannada tarkibida temiri bor ashyolar birikmasining tinimsiz erishi va qaytarilishidir. Biqirlash quyidagi barcha jarayonlar bosqichi qaytarilishini, mahsulotning hosil bo‘lishini va uning chiqishini tezlashtiradi.

Hosil bo‘lgan cho‘yan vannaning tubiga cho‘kib, vaqti-vaqti bilan pechdan chiqarilib turilsa, hosil bo‘lgan toshqol ham ikkinchi tomondan chiqarib turiladi.

1984-yil ushbu kombinatda, ya’ni “Novolipesk” metallurgiya kombinatida temir rudalaridan po‘lat eritish sanoatining changidan hamda har xil qirindilaridan cho‘yan eritib olish texnologiyasi qayta sinab ko‘rilgach, Yaponiyaning “Ninnon stil” va AQSHning “Kayzer injiri” firmalari ROMELT litsenziyasini sotib oldi. Ushbu taklif qilingan texnologiya yordamida tarkibida rangli va qora metallar bor chiqindilarni qayta ishlash natijasida nafaqat temir, balki mis va boshqa metallarni, toshqollarni qayta ishlash natijasida esa har xil qurilish materiallari – toshqol, toshli mahsulot, sement va boshqa mahsulotlar ajratib olish nazarda tutilgan edi.

Mis eritish zavodining toshqollari va flusni qattiq holatda 45 mk.m. va undan yuqori bo'lgan o'lchamda hech qanday tayyorgarliksiz Vanyukov pechida eritish mumkin. Namlik deyarli ta'sir qilmaydi. Yoqilg'i sifatida suyuq uglevodorodlar, tabiiy gaz yoki ko'mir ishlatish mumkin. Vanyukov pechidagi jarayonni ikki kamerali bo'limda o'tkazib, ularda oksidlovchi va qaytaruvchi jarayonlarning borishi pechga yana bir qulaylikni keltiradi.

Natijada uglerodli yoqilg'ilarning SO, H₂ va O₂ to'liq yonishi natijasida oksidlovchi chegarada shixta aralashmasining erishi ro'y beradi. Jarayonning juda tez borishi toshqol, cho'yan, oqova gaz tarkibi hamda eritmadagi haroratning tez o'zgarishiga olib keladi, chunki qattiq moddalarning erish vaqti bor-yo'g'i 15–20 minut bo'lib, tayyor mahsulot ajralib chiqadi. Shuning uchun bu jarayonni tezkor boshqarish talab qilinadi. Oqova gaz kam chiqadi, shuningdek, changning chiqishi ham 1,5% atrofida bo'ladi.

Kerakli bo'lgan haroratni 1400–1500⁰C atrofida doimiy ta'minlash hamda to'xtovsiz yuklanayotgan ashyolarni eritish uchun energetik ko'mir ishlatiladi. Eritmaning yaxshi aralashishi uchun doimiy purkash yaxshi natija beradi. Moskva texnologiya universiteti "Rangli va nodir metallar metallurgiyasi" kafedrasida olimlari professor V. P. Bistrov boshchiligida pechga biroz o'zgartirish kiritib, ikki kamerali pechda ikki bosqichli toshqollarni qayta ishlash mumkinligini har tomonlama to'liq nazariy va amaliy jihatdan asoslab berishdi. Bu jarayonni mis eritish zavodi toshqollari bor har qanday zavod va korxonada qo'llash hamda qo'shimcha temirga boy po'lat yoki cho'yan olish mumkin. Pechning birinchi qavatining o'zida erish zonasining oksidlovchi tartibi PO>10–9, qaytarilish zonasida esa PO<<10–9 atm.

Qaytarilish zonasida quyidagi asosiy kimyoviy jarayonlar ro'y beradi:





Birinchi zonadan ikkinchi zonaga yuqori oksidlovchi-qaytariluvchi potensial bilan harakat qilayotgan oqova gazlar aralashib, pechdan to'g'ri qozon sovutkichga uzatiladi. Tarkibida o'rtacha quyidagilar: SO₂–32,4; H₂O–56,1; N₂–9,1; SO₂–1,3 va hokazolar mavjud. Olingan tayyor mahsulot, agar u misli cho'yan bo'lsa, S–3,4%; Cu–2%; Si–1%; Fe– 0,3–0,4%. Vanyukov kompleks majmuini qurish uchun kerak bo'lgan asosiy uskunalar quyidagilar:

- shixta aralashmasini uzatuvchi tizim, tabiiy gaz, kislorod va havo uzatuvchi tizim, uzunligi 11 m, kengligi 2–4 m bo'lgan Vanyukov pechi;
- qozon sovutkich;
- elektr suzgich;
- yengil suzgich;
- havo tortkich;
- texnologik jarayonni boshqarish avtomatik tizimi.

Toshqollarni qayta ishlashga tayyorlash haqida ko'pgina ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Nazorat savollari

1. Yallig'-qaytaruvchi pechning konstruksiyasi?
2. Vanyukov pechidagi jarayonni nechi kamerali bo'ladi?
3. Yallig' pechning me'yoriy ishlashi nimalarga bog'liq.
4. Yallig'-qaytaruvchi pechda harorat qancha bo'ladi?

1.7. Sul'fidli mis boyitmalarni avtogen eritish jarayonlarining umumiy tasnifi

Metallurgiya sanoatida, xususan, mis eritishda butun sarf bo'lgan xarajatlarning teng yarmi xomashyolarni va shixtalarni tayyorlashga hamda eritib, undan shteyn olishga sarflanadi. Qolgan 50 % xarajat esa konverterlash, elektroliz

yoʻli bilan tozalash va nihoyat, mis olishga sarflanadi. Shixta va xomashyoni tayyorlash hamda ularni eritish uchun ketgan sarfni kamaytirish borasida olimlarimiz juda koʻp ilmiy tadqiqot ishlarini olib borib, oʻz takliflari bilan metallurgiya sanoatiga oʻzgartirish kiritishga harakat qildilar. Uzoq yilgi samarali mehnatlar natijasida mis sanoatida avtogen, yaʼni oʻz-oʻzidan boradigan jarayonlar sanoat miqyosida qoʻllanilmoqda. Ularga muallaq holatda boradigan mashʼalli eritish pechi va kislorodli muallaq elektrotermik pechi, minorali avtogen eritish pechi va suyuqlikda boradigan avtogen eritish pechlari (Vanyukov pechi) kiradi. Eritishjarayonlarini uchta asosiy turga boʻlish mumkin:

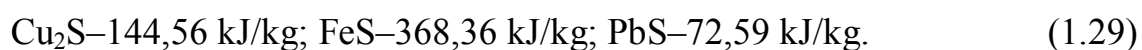
1) tashqaridan doimiy issiqlik berib turiluvchi jarayonlar.

2) avtogen, yaʼni ichki kimyoviy reaksiyalar natijasida toʻliq oʻz-oʻzini issiqlik bilan taʼminlaydigan jarayonlar.

3) aralash, yaʼni ham tashqaridan issiqlik beriladigan hamda ekzotermik kimyoviy reaksiyalar natijasida issiqlik ajralib chiqadigan jarayonlar.

Avtogen jarayonlarga yuklanishi moʻljallangan xomashyo uchun alohida talablar qoʻyiladi. Bu talablarning asosiysi uning tarkibidagi kerakli birikmalarning kislorod bilan oʻzaro taʼsiri natijasida ajralib chiqadigan issiqlikning xomashyo yoki shixtani eritishga yetarli boʻlishidadir.

Oltinugurt bilan birikkan moddalar avtogen jarayonlar uchun asosiy xomashyodir. Chunki ular kislorod bilan reaksiyaga kirishib, ekzotermik holatni yuzaga keltirib, quyidagicha issiqlikni chiqarishi mumkin. Masalan:



Eritishning avtogenli maromi oltinugurtli moddalarning eritish turi boʻyicha quyidagicha boʻladi: piritli, xalkopiritli, pirrotinli yoki kislorodning purkashdagi tarkibiga koʻra, nokerak jinslar va ashyoning tarkibi hamda miqdoriga, purkash yoʻnalishiga, yaʼni pech tubidagi yoki yonidagi mashʼalli qatlamga, ichki va tashqi issiqlik almashinuviga bogʻliq ravishda oʻzgaradi.

Yuqorida qayd etilgan oltingugurtli ashyo bilan qaysi usul yoki yoʻnalish boʻyicha jarayonning tanlanishi oʻz oʻrnida uning ichida oltingugurtning harorat ostida parchalanishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik ashyoni toʻliq eritishga oʻtmaydi. Asosiy harorat temir sulfidining (FeS) oksidlanishi natijasida ajralib chiqadi. Buni quyidagi qiymatlardan bilish mumkin. Parchalangan 1 kg oltingugurtning oksidlanishi natijasida 6792 kJ/kg issiqlik ajralib chiqsa, temir sulfidining oksidlanishi natijasida 1 kg oltingugurt hisobida 14759 kJ/kg issiqlik ajralib chiqadi.

Misli rudalar quyidagi beshta asosiy turga boʻlinadi: sochma mis (qumli holda), porfirli mis, vanadiy-temirli mis, misli kolchedan va skarnli qazilma boyliklaridir.

Birinchi turdagi sochma mis qazilma boyliklari koʻproq Afrikada aniqlangan. Bu turdagi sulfidli rudalar tarkibida misning miqdori 3–4 %, oksidli rudalarda 3–14% ni tashkil etadi.

AQSH va Chilining asosiy xomashyosi keng tarqalgan turdagi porfirli mis rudalar hisoblanadi. Ularning tarkibidagi misning miqdori 0,5–2% atrofida boʻladi. Bu rudalar juda katta maydonlarni egallagan boʻlib, yer qobigʻining ustki qismiga yaqin joylashganligi tufayli ularni koʻproq ochiq usul bilan qazib olish qulay. Asosan, yirik qazilma konlar Chilining Chukikamata viloyatida va AQSHning San-Manuel, Bingxem-Kanon va ushbu mamlakatlarning boshqa hududlarida joylashgan.

Kolchedanli qazilma konlar koʻproq vulqonli jinslarda linza koʻrinishida uchrab turadi. Bunday qazilma konlar Ispaniyada, Skandinaviya mamlakatlarida, Kanada va MDHning bir qancha respublikalarida uchrab turadi (asosan, Uralda).

Porfirli mis va misli kolchedan rudalarini boyitish natijasida ulardan avtogen eritish jarayoni uchun kerakli boʻlgan misli boyitmalar ajralib chiqadi.

Boshqa turdagi, yaʼni sochma mis, vanadiy-temirli mis va skarnli rudalarni qayta ishlaganimizdan olingan boyitmalar esa avtogen jarayonlar talabiga javob bermaydi.

Sochma mis rudalari tarqoq, qiyin boyitiladigan, tarkibi sulfidli va silikatli tashkil etuvchilardan iboratdir. Hozirgi kunda ularni qazib olish, asosan, yoʻldosh birikmalar sifatida olib borilmoqda.

Misli qazilma boyliklar umuman 14%–36% rudali minerallardan tashkil topgan. Ularning tarkibida 6–16% Fe va 7–13% S va boshqa birikmalar bor. Bu turdagi rudalar ham avtogeneritish jadvaliga toʻgʻri kelmaydi va asosan shixta tarkibida qayta ishlanadi. Tarqoq rudalar minerallarning bir xilligi va kimyoviy tarkibining doimiyliigi bilan ajralib turadi. Ulardan olingan boyitmalar avtogen eritish jarayonini taʼminlay oladi.

Mis metallurgiya sanoatida avtogen jarayonlar keng qoʻllanib kelinayotganligini eʼtiborga olib, shu jarayonning fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan batafsilroq tanishib chiqamiz.

Oltinugurtga boy boʻlgan ashyolarni avtogen jarayoni orqali eritishda texnologik kislorod yordamida purkab, jarayonning muallaq holatda borishi kislorodli-mashʼalli eritish pechi degan nomni olgan boʻlsa, muallaq holatda mashʼala boʻlib yonishi, soʻng moddalarning parchalanib, erish haroratiga oʻtishi kislorodli-muallaq holatdagi eritish pechi deb ataladi (KFP yoki KVP).

Bunday eritish usuli hozirgi kunda dunyoda 8 ta mamlakatda: Kanadadagi “Kopper-Klif”, AQSHda Chino va Xayden hamda Oʻzbekiston Respublikasining Olmaliq mis eritish zavodlarida ishlab kelmoqda. Texnologik purkash orqali muallaq holatda eritishning afzalliklaridan biri gorizontol mashʼalli pechdir.

Eritish pechining ichidagi gorizontol holatdagi mashʼalada oltinugurtning toza kislorod bilan yuqori tezlikda oksidlanishi va unga nisbatan past tezlikda gaz oqimining paydo boʻlishi texnologik oqova gaz hajmining koʻpayib ketmasligiga olib keladi.

Muallaq holatdagi eritish pechi yalligʻ qaytaruvchi pechga oʻxshamagan boʻlib, old qismida quriltgan shixta qorishmasi tepadan, pechning old qismidan texnologik kislorod bilan purkalanadi.

Nazorat savollari

1. Sul'fidli mis boyitmalarni tasnifi?
2. Boyitmaning granulometrik tarkibi?
3. Eritish jarayonlarini necha turga bo'lish mumkin?
4. Xomashyo tarkibiga nimalar kiradi?

1.8. Kislrorod-mash'ala pechida eritish uchun shixtani tayyorlash

1953-yilda KMEP jarayoni birinchi marta Kanadaning «Kopper Klif» zavodida qo'llangan. Jarayonning «avtogen» nomini olishiga asosiy sabab – tashqaridan yoqilg'i sarflanmaydi. Jarayon uchun kerak bo'lgan issiqlik ashyo tarkibidagi oltingugurtli birikmalarning parchalanishi, oksidlanishi, umuman olganda, ekzotermik reaksiyalardan hosil bo'ladigan issiqlik hisobiga kechadi.

Olmalik mis eritish zavodida KMEP jarayoni 1968-yildan beri sanoatda qo'llaniladi. Pechning hajmi 580 m³, foydali maydoni 120 m², ishlab chiqarish unumdorligi sutkasiga 12 t/m. Bir sutkada 2000 t shixtani qayta ishlash imkoni mavjud.

Xomashyo tarkibiga misli boyitma, flus va aylanuvchi chang kiradi. Jarayon yordamida turli mono va polimetalli boyitmalarni qayta ishlash mumkin. Boyitmalarning mineralogik tarkibi turlichadir. Mis minerallari xalkopirit, bornit, xalkozin, temir esa pirit va pirrotin minerallari tarkibida uchraydi.

Boyitmaning granulometrik tarkibi 0,147–0,043 mm ga 90% gacha oraliqda o'zgaradi. Suzgichdan keyin boyitmaning namligi 10 – 17% ni tashkil etadi.

KMEP jarayoni boyitmani chuqur oksidlantirish va misga boy shteyn olishdek murakkab jarayonni o'z ichiga oladi. Dunyoda keng tarqalgan shixta tayyorlash usullaridan eng yaxshi qulay tizimlardan biri beding tizimidir. Xomashyo komponentlari qatlam-qatlam shaklda bir-biri ustiga tasmalar yordamida yuklanadi va vertikal kesimda konveyerga yuklanadi. Bunda shixta moddalari yaxshi aralashadi. Xomashyo tayyorlash katta mablag' sarflanishiga qaramay, beding tizimi tarkibi bir xil bo'lgan xomashyoni tayyorlashga imkon

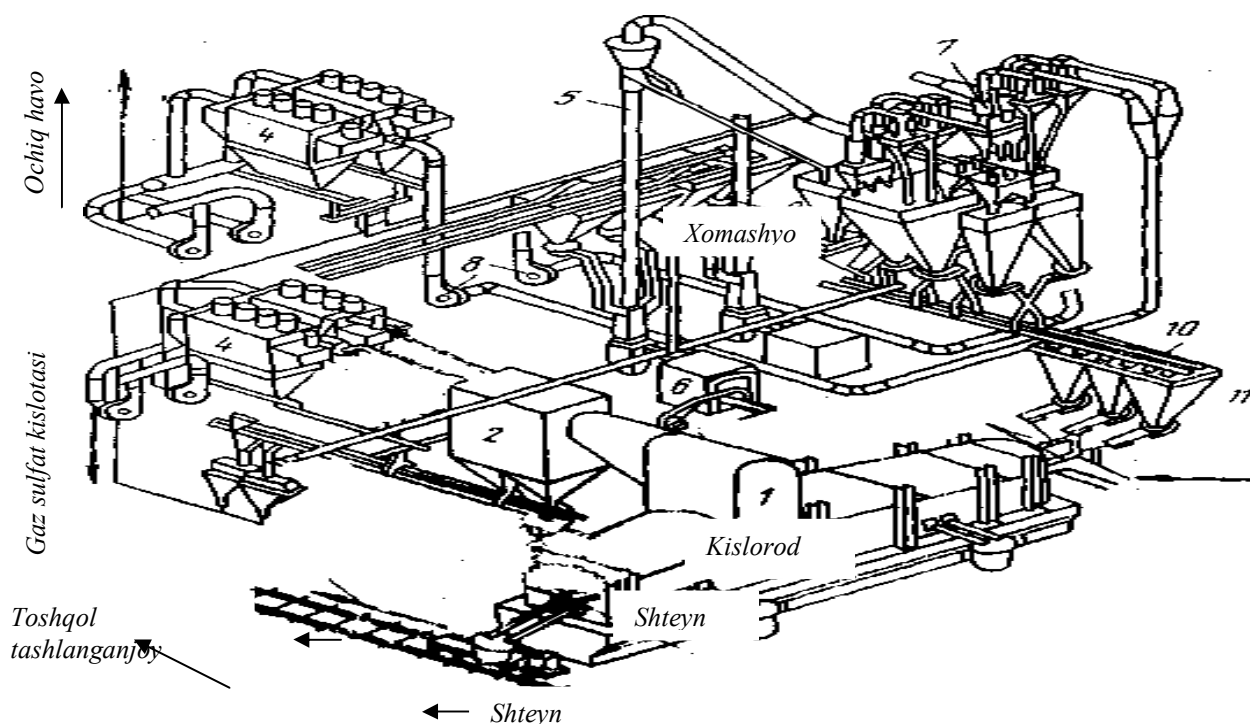
yaratadi, uning yana bir qulayligi shundan iboratki, unda yirik va kukun moddalar bilan ishlash mumkin.

Beding tizimi Yaponiya zavodlarida keng qo'llaniladi. Masalan, «Xitachi» zavodida 8 xil mahalliy boyitma, 10 xil xorijiy boyitma, 4 xil xorijiy sementli mis ishlatiladi. Metariallarda misning miqdori 2 % dan 37 % gacha o'zgaradi. Ana shunday hollarda beding tizimi tarkibi deyarli o'zgarmaydigan xomashyoni olishga imkon yaratadi. Masalan, xomashyoda misning o'zgarishini hisoblaganda o'rtacha nisbatdan 0,49 %, temir 0,56 % va oltingugurt bo'yicha 0,68 % farq qiladi. EHM yordamida moddalarning taqsimlanishi har kuni hisoblanadi. Xomashyoning hajmi uch kun to'liq ishlashga mo'ljallangan. Ularda ikkita, hajmi 1700 t bo'lgan xomashyo tayyorlash majmuasi mavjud bo'lib, 3 kunlik zaxirada saqlanadi. Pulpa bu qattiq va suyuq moddalarning aralashmasidir.

1.10-rasmda Olmaliq mis eritish zavodidagi kislorodli-mash'alli eritish pechining umumiy ko'rinishi sxemasi ko'rsatilgan.

Xomashyoni quritish

KMEP jarayoni amalga oshirilishida qat'iy shartlardan biri – xomashyoning o'ta quritilishidir. Quritilgandan keyin xomashyoning namligi 0,1–0,15 % dan ortmasligi kerak. Undan namroq shixta yirikroq bo'lib, KMEPning talabiga javob bermaydi, chunki moddalarning kukuni pech ichida bir necha sekund davomida uchish holatida bo'lishi shart. Ana shu uchish holatida zarraning butun sirti bo'yicha oksidlanish reaksiyasi o'tib, KMEP jarayoni amalga oshiriladi. Shixtani o'ta quritish uchun aylana quvursimon shakldagi pech yoki vertikal joylashgan quritish quvurlar ishlatiladi.



1.10-rasm. Olmaliq mis eritish zavodidagi kislorodli-mash'alli eritish pechi majmuining umumiy ko'rinishi:

1—eritish pechi; 2—gaz sovutkich qozon; 3—yirik changni ushlab qoluvchi inersion maxsus qurilma; 4—elektrosuzgichlar; 5—xomashyoni quritishga mo'ljallangan quvur-quritkich; 6—gaz yordamida isitkich o'choq; 7—siklonlar; 8—havo purkagich-ventilator; 9—quritilmagan xomashyo saqlanadigan xampalar (bunker); 10—qirg'ichli konveyerlar; 11—quritilgan xomashyo saqlanadigan pech xampalari.

Olmaliq mis zavodida vertikal quritish quvurlari ishlatiladi, hammasi bo'lib 2 quvur o'rnatilgan. Quritish jarayonining ishlash talabi quyidagicha: quvurning past tomonidan katta tezlik bilan issiq gaz yuboriladi (30–40 m/s). Issiq gazning oqimiga nam (7–8 % H₂O) bo'lgan xomashyo yuklanadi. Xomashyo moddalari uchib turgan muallaq holatda quritiladi, namsizlangan kukun esa quvurning yuqori qismiga uchib, chang ushlab tizimlariga yuboriladi.

Quritish quvurlari maxsus pechlarda yoqiladigan tabiiy gaz bilan isitiladi, haroratni boshqarish uchun maxsus pechga ikkilamchi sovuq havo beriladi. Moddalarning bir soatlik sarfi quyidagicha: tabiiy gaz 600–800m³, (birlamchi gaz yoqish uchun) havo 6000–8000m³. Birlamchi va ikkilamchi

havolarning nisbati jarayonning borish sharoitlariga qarab 1:1 dan 1:1,3 gacha o'zgaradi. Quvur bo'yicha gazning harorati: quvurga kirish qismida 300–450⁰C. Moddaning quvurda bo'lish davri 1–3 sekunddan oshmaydi. Jarayon qat'iy ushbu ko'rsatkichlar oralig'ida boshqarilishi va tizim o'zgarishdan borishi kerak. Masalan, modda kamroq kelib qolsa, quvurning harorati oshib ketadi va sulfidlar alanga olishi mumkin. Agar xomashyo ko'proq yuklansa, harorat pasayib ketadi va modda to'la quritilmaydi. Doimiy nazoratda bo'ladigan asosiy qismlar: nam xomashyoning sarfi, issiq gazning harorati, quvurdagi haroratlar, birlamchi va ikkilamchi havolarning nisbatligidir. Bunday nazorat avtomatik tizim tomonidan boshqarilishi kerak.

Quritish quvurlarining afzalliklari, avvalo, yuqori ishlab chiqarish unumdorligi va ishonchliligi, o'rta quritish imkoniyati borligidan iborat. Bir soatda 60–80 t xomashyoni quritish imkoniga ega. Quvurlarni oqilona ishlatish shartlaridan biri bir me'yorda moddalarni yuklashdir.

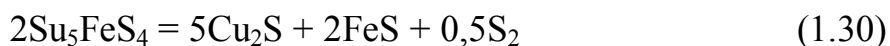
Quvurning ishlashini takomillashtirish uchun gazni qaytadan, ikkilamchi havoni o'rniga, pechga qaytarish kerak bo'ladi. Bu jarayon yonilg'ining sarfini kamaytirishga yordam beradi, gazlar 60–70⁰C issiqlikka ega bo'lib, ularning tarkibida 15–17 % sof kislorod bo'lishi mumkin.

1.9. Sulfidli mis boyitmasini kislorod-mash'al pechida (KMP) eritishda kechadigan fizika- kimyoviy jarayonlar

KME pechidagi jarayon yallig' qaytaruvchi pechiga nisbatan ancha murakkabdir. Agar yallig' qaytaruvchi pechda deyarli neytral atmosferada sulfidlar oksidlantirilsa, KME pechida sulfidlar intensiv holatda oksidlanadi. Shuning uchun ham muallaq holatda barcha kimyoviy o'zgarishlar yuqori harorat va kislorod ta'sirida faollashib, tez suratda barqaror boradi.

Boyitmada mis oddiy va murakkab sulfidlar turida uchraydi: bornit, xalkopirit, xalkozin va kovellinlar. Aylanuvchi changda esa oddiy oksid, sulfat va ferrit holatlarda bo'ladi. Umuman olganda, eritish pechida asosiy kimyoviy jarayonlar kechadi:

Bornit Cu_5FeS_4 qizish natijasida parchalanadi:



Ushbu jarayon havo atmosferasida $800\text{--}840^\circ\text{C}$ oralig'ida ajraladi. Mis sulfidi (CuS) qizish mobaynida oson parchalanadi:



Pirit qizish natijasida quyidagicha parchalanadi:



Agar haroratning qizishi ortib borsa, u holda oksidlantiruvchi atmosferada jarayon temir sulfidi gematit Fe_2O_3 va magnetit Fe_3O_4 holiga o'tishi bilan kechadi.

Rux mis boyitmasida sulfid holatida (ZnS) uchraydi, aylanuvchi changda esa ZnO , ZnSO birikmalari holida uchraydi. Eritish davrida rux qisman gaz holatiga o'tadi, chunki unda kislorod va oltingugurt birikmalari $1300\text{--}400^\circ\text{C}$ haroratlarda uchish xususiyatiga ega bo'ladi. Rux jarayon mahsulotlari bo'yicha taxminan quyidagicha taqsimlanadi: shteynga 3–15%, changga 15–25 %; toshqolga 62–72% o'tishi hisoblab chiqilgan.

Ko'p hollarda mis boyitmasida qo'rg'oshin va boshqa noyob metallar ham uchrab turadi. Agar mis boyitmasida qo'rg'oshin bo'lsa, u holda jarayon mahsulotlari bo'yicha noyob metallar quyidagicha taqsimlanadi, % :

Mahsulot nomi	Cd	In	G	Tl	Se	Te	Re
Shteynga	12	20	9	18	38	18	12
Toshqolga	8	41	61	22	13	10	10
Chang va gazga	80	39	30	60	49	72	78

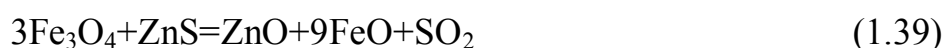
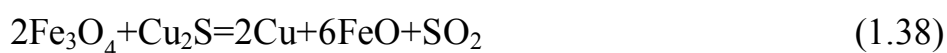
KMEP o'z alanga mash'alida yuqori haroratda birikmalarni oksidlantiradi, sulfidlarni esa ba'zida parchalab eritadi, shuning uchun ham sulfidlarning erish davrida kuydirishga xos kimyoviy o'zgarishlar bilan jarayon faol kechadi.

Murakkab birikmalarning parchalanish va ajralish jarayonlari keng tarqalganligi, oksidlanishga, asosan, oddiy sulfidlar bilan kechadi, desak hech ham mubolag'a bo'lmaydi:



Temir sulfidi vyustit (FeO) va magnetit (FeO)largacha oksidlanishi mumkin. KMEP jarayonida FeS, asosan, magnetit birikmasigacha oksidlanadi. Pechning suyuq vannasida magnetitning miqdori sulfidlar bilan qaytarilish reaksiyalarining qanchalik to'g'ri borishiga bog'liqdir. Bu reaksiyalarning tez va to'liq o'tishi eritma tarkibi, gaz fazasi hamda haroratning mo'tadil ushlab turilishiga juda ham bog'liq.

Magnetit sulfidlar bilan quyidagi reaksiyalar orqali o'zaro bog'lanadi.

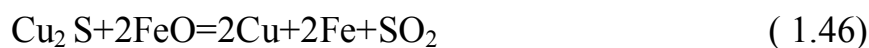


Kremniy dioksidi mavjudligida, eritmada magnetit sulfidlar bilan quyidagicha o'zaro bog'lanadi:



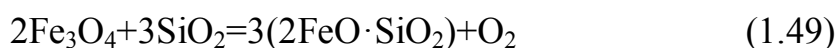
KMEP jarayonida magnetit birikmasining paydobo'lishini suyuq mahsulotlardagi SO₂ tarkibining parsial bosimi, toshqolnordonligiva FeS ningshteyndagi miqdoriga bog'liqdir. Misgaboyshteyni hosil qilish sulfidlarning chuquroksidlanishiga bog'liq. Bunday jarayon esa magnetit birikmasining toshqoldagi miqdorini orttiradi.

Jarayon mahsulotlarida mis va temirning yuqori miqdorini hisobga olganda ularning oksid hamda sulfidlari o'zaro bog'lanishlarini quyidagi kimyoviy reaksiyalar orqali kuzatish mumkin:



Mis oksidi va uning sulfidi o‘zaro bog‘lanib, mis metalining hosil bo‘lishini KMEP jarayonining qay darajada borish sharoitiga bog‘liq desak, to‘g‘ri bo‘ladi. Shteynda FeS ning faolligi Cu₂O ni sulfid holatiga o‘tkazishiga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi.

Flus tarkibidagi oksidlar eritmadagi jarayon mahsulotlari bilan quyidagi reaksiyalar bo‘yicha o‘zaro bog‘lanadi:



KMEP jarayonida boradigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlar natijasida shteyn va toshqol yuzaga keladi. Asosiy o‘zaro bog‘lanishlar mash’alada boshlanib, avval qiziydi, so‘ng sulfidlarning oksidlanishi natijasida oksid sulfid eritmasi hosil bo‘ladi. Bunday eritmada oksid sulfid nisbati dastlabki xomashyoning tarkibi va sulfidlarning kuydirish darajasiga bog‘liq bo‘ladi. Sulfidlarning kuydirish darajasini orttirish va fluslarning oksidlanishi toshqol tarkibida oksidlarning ko‘payishiga olib keladi.

Oksid sulfid aralashmasining shteyn va toshqolga ajralishi pechning vannasida tugallanadi. Ajralish eritmalarning har xil fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lganlari asosida o‘tadi. Birinchi qatorga bu eritmalarning har xil zichligi va sirt tarangligi ta’sirida o‘tadi. Toshqolning namunaviy tarkibi quyidagicha, %: 0,8–1,0 Cu; 32–35 SiO₂; 37–40 FeO; 6–8 CaO. Shteynning tarkibi esa o‘rtacha quyidagicha, %: 32–36 Cu; 32–36 Fe; 24–26 S; 7–8 Fe₃O₄.

Olmalik zavodida eritmalar bilan bir sutkada 100 t ga yaqin magnetit hosil boʻladi. Oxirigacha qaytarilmagan magnetit vannada shteyn va toshqolga taqsimlanadi hamda bu jarayon quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K = \% \text{Fe}_3\text{O}_4\text{tsh} / \% \text{Fe}_3\text{O}_4\text{sht} \quad (1.53)$$

Magnetit, asosan, toshqolda yigʻilib, pechdan toshqol tarkibidan birga chiqariladi.

Magnetitning eritmadagi miqdori koʻpayishi pech tubida choʻkma paydo boʻlishiga olib keladi. Choʻkma pechning asosiy ishchi hajmini kamaytirib yuboradi, kimyoviy reaksiyalarning faol borishiga xalaqit beradi, dastgohning ishlab chiqarish unumdorligini kamaytiradi, toshqol bilan misning isrofgarchiligini orttiradi. Magnetitdan paydo boʻlgan pech tubidagi qiyin eriydigan birikmalardan iborat choʻkmani eritish uchun pechning haroratini oshirib, jarayonga qoʻshimcha kremnezemli fluslar yuklash kerak boʻladi.

Nazorat savollari

1. Murakkab birikmalarning parchalanish va ajralish yozib bering?
2. Olmalik zavodida eritmalar bilan bir sutkada qancha magnetit hosil boʻladi?
3. Magnetitning eritmadagi miqdori koʻpayish oqibatlari?
4. Magnetit sulfidlar bilan qaysi reaksiyalar orqali oʻzaro bogʻlanadi.

1.10. Kislrorod-mash'ala pechida sul'fidli mis boyitmalarni eritish jarayoninng amaliyoti (texnologiyasi)

Qurilgan xomashyo KMEP ga aeratsion havo orqali uzatkich tasma yordamida yuklanadi. Yuklanayotgan xomashyoning tarkibi radioaktiv zichlikni oʻlchaydigan dastgoh yordamida aniqlanadi. Xomashyo yondirgichlari pechning bosh tomonida joylashgan (1.11-rasm).



***1.11-rasm. KME
pechining umumiy old
ko‘rinishi. Unda 2 ta kislorodli
purkagich, yondirgich
xomashyo kelib tushadigan
har ikkala quvur ko‘rsatilgan.
Yondirgich qurilmasi to‘liq
qo‘zg‘aluvchan bo‘lib, u
temiryo‘l ustiga o‘rnatilgan.***

Yondirgich uskunasi suv bilan sovutiladigan pechning asosiy qismiga mustahkamlangan metall quvurga mahkamlab ulanadi. Yondirgichning ishlash ko‘rsatkichlari quyidagicha:

xomashyo bo‘yicha ishlab chiqish unumdorligi – 25–30 t/soat;

texnologik kislorodning ortiqcha bosimi – $0,5 \cdot 10^5$ Pa;

kislorodning sarfi – 6000–7500 m³/soat;

kislorodning yondirgichdan chiqish tezligi – 80–100 m/sek;

Xomashyo kislorod aralashmasining yondirgichdan chiqish tezligi –20–25 m/sek.

Katta tezlik va xomashyoning me‘yorsiz ishlashi yondirgichning tez ishdan chiqishiga olib keladi. Qattiq o‘tga chidamli olovbardosh qotishmalar bilan qoplash yondirgichning ishlash davrini biroz ko‘paytiradi. Yondirgich uskunalari 2–3 marta ta‘mirlashga va tiklashga qodirdir.

Dastlab Olmaliq pechida 2 ta gorelka mavjud edi. Bunda ishlab chiqarish unumdorligini bir tekisda boshqarish qiyin kechdi. Bitta kamayishi ikkinchi yondirgichga katta nagruzka tushirib, mash‘alning uzunlashishi va ostki devor qatlamining tezda ishdan chiqishiga olib kelar edi. Shuning uchun diametri 350 mm ikkita yondirgich o‘rniga, 300 mm li 3ta yondirgich o‘rnatildi.

Biroq bu uzoq ishlamadi, chunki ikkita ashyo xampasi yondirgichlarning bir me'yorda ishlashini ta'minlamadi. Shuning uchun 6 oydan keyin yana 2 ta yondirgichga o'tildi.

Toshqolning nordonligini orttirish uchun boyitmaga 15–20 % kvars flusi qo'shilib, xomashyo kvarsning miqdori 12–15 % ni tashkil qilishi tavsiya etiladi. Aynan hozirgi davrda shteynda 36–40 % mis olish imkoniyati bor. Bundanda boyroq shteyn olish misning toshqol bilan isrofgarchiligi ortishiga olib keladi va pech ishchi zonasida haroratning keskin ko'tarilishiga sabab bo'lishi mumkin.

Jarayonning haroratini pasaytirish va desulfurizatsiya darajasini 30 % gacha ko'paytirish qo'shimcha kvars flusini yuklash bilan amalga oshiriladi. Ammo bunda toshqolning tashlama joyga chiqish miqdori ko'payib, mis isrofgarchiligining ortishiga olib keladi.

Qayta ishlanayotgan boyitmaning maydaligi (taxminan 50 % 0,047 mm) va pech alanga mash'alining katta aerodinamik uzunligi chiqayotgan gazning yuqori darajadagi changligi ortishiga olib keladi. Ushbu gazda 300–350 g/m² qattiq zarra bo'lib, changning chiqish foizi ashyo massasidan 8–10 % ni tashkil qiladi.

KMEP jarayoni oltingugurt birikmalariga boy gaz olishga imkon yaratdi. Nazariya bo'yicha gazda 85–95% SO₂ bo'lishi mumkin. Amaliyotda esa dastgohlarning yaxshi germetik qoplanishi to'liq emasligi sababli gazning tarkibida oltingugurt angidridining miqdori ancha kam. Gazning pechdan chiqish davridagi namunaviy tarkibi, %: 55–75 SO₂, 2–3 O₂; 30–45 N₂. Shuningdek, jarayondagi mahsulotlarning tarkiblari quyidagicha, %:

1.4-jadval

	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Fe ₃ O ₄	Al ₂ O ₃
Toshqol	0,8–1	40–42	0,5–1	32–35	1–1,5	10–12	3–4
Shteyn	35–40	32–35	26	–	–	–	1,5–2
Chang	18–21	18–26	7–12	3–5	–	–	1,5–2

Misning toshqoldagi miqdori ko'pligi uning shteynga o'tish darajasini 97 % gacha kamaytiradi, xomaki misga o'tish darajasi esa faqat 94 % ni tashkil qiladi, xolos.

Ajralib chiqayotgan changda, asosan, sulfatlar bo'lib, bular aylanuvchi xomashyo hisoblanadi va o'z o'rnida, jarayon haroratini pasaytirishga imkon yaratadi.

Agar xomashyo tarkibida 12–14% SiO₂ bo'lib, u 35–40% misli shteyn olish uchun agregatda eritilsa, 1 t xomashyo 220 – 240 m³ kislorod sarf bo'lib, pechning asosiy qismida 1350–1450⁰C haroratni tashkil etadi. Agar SiO₂ ning miqdori kamaysa yoki kislorodning sarfi ortib borsa, harorat 1500–1600⁰C ga ko'tarilishi mumkin. Bu jarayon o'tga chidamli g'ishtlarning barqarorligini kamaytiradi va halokat holatiga olib kelishi mumkin bo'lib qoladi. Shuning uchun ham xomashyo tarkibini bir me'yorda ushlab turish katta ahamiyatga ega.

Desulfurizatsiya o'zgarmagan holda haroratni boshqarish juda ham qiyin kechadi. Amaliyotda bu kislorodning sarfini o'zgartirish orqali olib boriladi. Bunday tadbirlar desulfuratsiya darajasi va shteyn tarkibini o'zgartirib yuboradi.

Pech ichidagi alanga mash'alining uzunligi jarayonning yuqori haroratda olib borilishiga imkon yaratadi, pechning hajmida harorat 1200–1300⁰C ni tashkil qiladi. Pechning ishchi hajmidan texnologik gaz havoso'rgich orqali so'riladi.

Havoso'rgichning ishlab chiqarish unumdorligi soatiga 50000m³ atrofida gazsimon moddani tortish quvvatiga ega bo'ladi. Jarayonning quyidagi ko'rsatkichlari doimiy nazorat ostida bo'ladi:

- 1) xomashyoning pechga yuklanishi;
- 2) kislorod, tabiiy gaz va havoning sarfi;
- 3)kislorod, tabiiy gaz va havoning bosimi;
- 4) gazning harorati;
- 5) vakuum qiymati;
- 6) elektr suzgichlardan chiqayotgan gazdagi SO₂ ning miqdori;
- 7) qozon-sovutkichdan chiqayotgan bug'ning miqdori va bosimi;
- 8) jarayondagi eritma mahsulotlarining harorati.

Jarayonning me'yorda oqilona borishida toshqolning harorati 1220–1250⁰C, shundayki esa 1150–1180⁰C bo'lishi eng ma'qul ko'rsatkichdir.

Hozirgi davrda pechning ishlab chiqarish unumdorligi sutkasiga 10–12 t/m² ni tashkil qiladi.

KMEP jarayonida texnologik kislorod xomashyo aralashmasining 15–20 m/stezlikda yondirgichdan chiqishini ta'minlaydi. Tezlik kamroq bo'lsa, zarralarning kinetik energiyasi kam bo'lib, tezroq cho'kadi, tezlikning ortishi esa pechning ostiga zarralarning urilishiga olib keladi.

Ko'pchilik zavodlarda olingan suyuq eritmalarning miqdori kovshlar soni bilan o'lchanadi.

Boyitma, flus va jarayon mahsulotlarining tarkibini aniqlash maqsadida, kimyoviy tahlilga yuboriladi. Boyitma va ashyolardan – Cu, Fe, S, SiO₂, Zn va Pb larni; shundaydan misni; toshqoldan – Cu, Fe, SiO₂ va CaO larni; aylanuvchi changdan esa Cu, Fe, SiO₂, CaO va Al₂O₃ kimyoviy birikmalarni aniqlash uchun namunalar olinadi.

Kapital ta'mirlashdan keyin pech 72–96 soat davomida qizdiriladi, qizitish tezligi 15–20⁰C/soat. Pechning qizitilishi 4 ta gaz yondirgichlar bilan olib boriladi. Ularning ishlab chiqarish unumdorligi bir soatda 1000 m³.

Muallaq holatda kislorod yordamida eritish

Kislorod bilan boyitilgan havoning pechga purkalishi natijasida jarayonda harorat ortib boradi. Buning natijasida birikma va moddalarning oksidlanish reaksiyasining faollik energiyasi ko'p hollarda 83,8 dan to 167,6 mJ/mol ga teng bo'ladi. Harorat 500 dan 1000 K gacha ko'tarilishi natijasida reaksiya tezligi taxminan 20000 marta ortadi. Bu oltingugurtbirikmalarining oksidlanishi quyidagi umumiy reaksiya orqali ifodalanishi mumkin:



Xomashyoning tarkibida, asosan, shunday oltingugurtli birikmalar uchraydiki, ularning ashyo tarkibida erishi quyidagi ayrim sulfidlarning oksidlanishi orqali Gibbs energiyasining o'zgarish kattaligi bilan aniqlanadi. 1 mol kislorod uchun Gibbs energiyasining o'zgarishi Cu_2S uchun 237,9 kJ; ZnS uchun 280,7 kJ; FeS uchun 313,4 kJ.

Purkalayotgan havoning tarkibida kislorod konsentratsiyasining ortishi oltingugurtning to'liq va mukammal oksidlanishiga olib keladigan omillardan biridir.

D.M.Chijikov o'zining xodimlari bilan oltingugurtli metallarning, havo tarkibidagi kislorodning konsentratsiyasiga bog'liq holda, oksidlanish darajasini (v) aniqladi (1073 K, 10 min.). U quyidagi ko'rinishga ega:

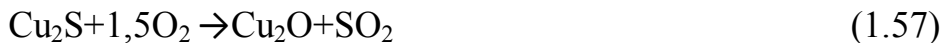
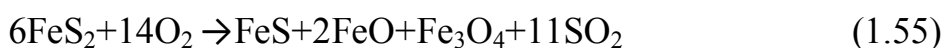
$\text{O}_2, \%$ $v, \%$	1	5	20	25
PbS	27,2	87,1	95,6	97,0
FeS	4,8	-	87,5	-
Cu_2S	24,3	59,0	97,2	-
CdS	46,0	90,5	99,4	-

Mash'alli eritish jarayoni quyidagi tartibda boradi. O'ta maydalangan shixta qorishmasi (0,074 mm) maxsus quritkich quyunlari yordamida namligi 1% dan past darajada quritilgach, ashyo gorelka (yondirgich) orqali havo bilan pechga purkaladi. Natijada pech ichida muallaq holatda kislorod va ashyo changidan iborat bo'lgan mash'ala alanga misoli hosil bo'ladi. Ashyo chang holatda, qisman gaz holatda bo'lganligi uchun ham gazsimon modda kislorod bilan tez reaksiyaga kirishib oksidlanadi. Natijada harorat ko'tarilib, shixta aralashmasi qisman erigan holda tomchi sifatida pech vannasiga tushadi. Hosil bo'lgan gazsimon moddalar, oksidlar mo'ri orqali pechdan chiqib ketadi. Mash'alning o'zida birikmalarning parchalanishi bilan

birgalikda flus birikmasi bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘lgan ikkilamchi oksidlartoshqol hosil qilishi mumkin.

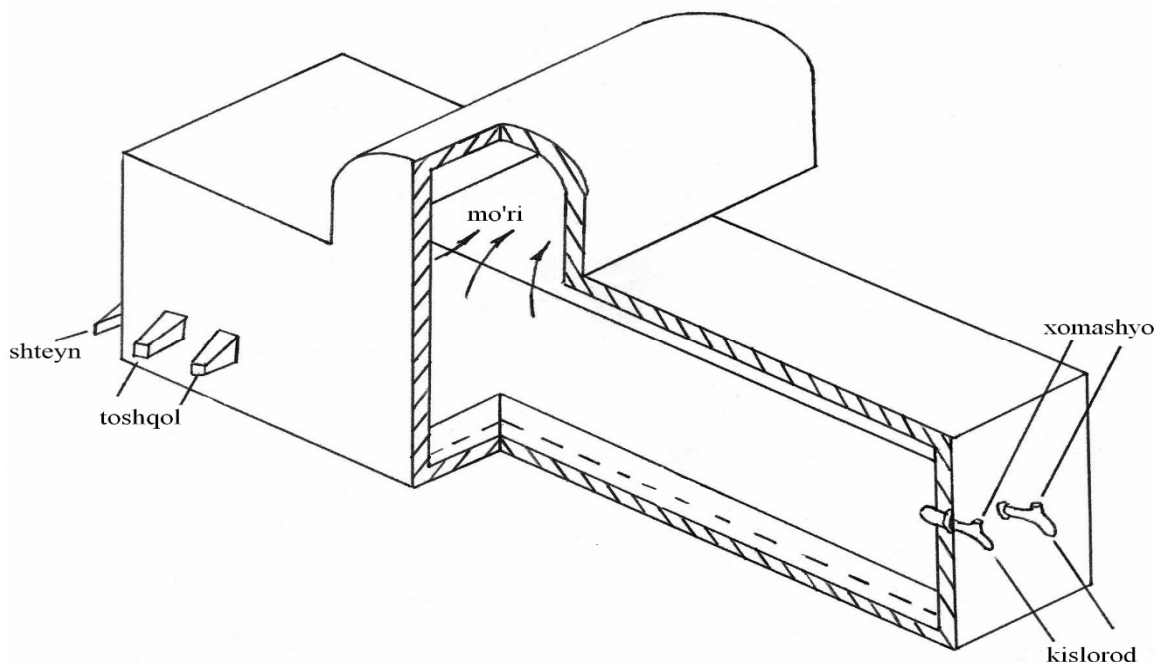
Ashyolarning o‘ta maydaligi ashyo sirtining gazsimon modda bilan o‘zaro ta’siri va yaqinlashuvini faollashtiradi. Shuning uchun ham yallig‘ qaytaruvchi pechga nisbatan mash’alli pechdagi ashyolar ancha mayda bo‘ladi. Eng muhimi, har tomonlama samara beruvchi omillardan biri ham ana shundadir. Yana bir asosiy afzalliklaridan biri shixta aralashmasini yoki oltingugurtli birikmalarni eritish uchun tashqaridan qo‘shimcha issiqlik manbai berish shart emas. Shuning uchun ham ushbu jarayon yoqilg‘i sarf qilmaydigan avtogen jarayon deb ataladi.

Kislorodli-mash’alli eritish pechidagi jarayonda, asosan, yallig‘ qaytaruvchi pechdagi yoki konvertorlash jarayonidagi ko‘pgina kimyoviy reaksiyalar boradi. Shuning uchun ularningba’zi birlarini ko‘rib o‘tamiz:



Demak, pechda alanga ichidagi mash’alli muhitda faqat birikmalar oksidlanishi, ashyolarning erishi va qisman toshqolning hosil bo‘lishi ro‘y beradi.

1.12-rasmda KEM pechining qirqimi ko‘rsatilgan. Jarayon pech vannasida mash’aldan mayda zarralar va erigan moddalarning tomchilanishi hamda vannada



kimyoviy birikmalarning zichligiga qarab toshqol va shteyn hosil bo'lishi bilan tugaydi.

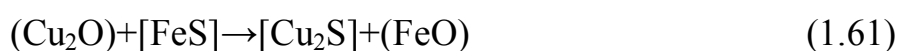
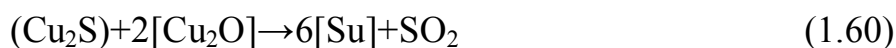
1.12-rasm. Kislrodli-mash'alli eritish pechi (KMEP).

Faqat texnologik kislorodning ishlatilishi oqova gaz tarkibining 80% gacha ortib borishiga olib keladi. Shuning uchun ham barcha oqova texnologik gazlar sovutilib, elektr suzgichlarda changdan tozalanib, sulfat kislotasi olish sexiga jo'natiladi.

Kislrodli-mash'alli eritish pechi alohida eritish dastgohi sifatida ishlay olmaydi. Uni alohida kompleks deb atash mumkin. Shuning uchun ham kislorodli-mash'alli eritish majmui (kompleksi)ni alohida o'rganish o'rinlidir. Quyidagi metallurgikjarayonning aynan metallurgik hisobi ham KME pechining ashyo tengligidan batafsil boshlanadi. Mash'alda hosil bo'lgan magnetitning qaytarilish reaksiyasi:



Misning okidlanishi:



Jarayonning tugashi toshqol hosil bo'lish reaksiyasi bilan yakunlanadi.



Hosil bo'lgan toshqol tarkibida 0,7 – 0,9% mis, 32–36% SiO, 27–35 % FeO va boshqa oksidlardan iborat suyuq eritma 3.5-rasmda ko'rsatilgan tuynuk orqali pechning orqa, ya'ni dum tomonidan suyuq holda to'kiladi.



1.13-rasm. Kislородli-mash'alli eritish pechidan tayyor bo'lgan suyuq toshqol 1250–1275⁰C ostida tashlanma joyga jo'natish uchun temiryo'l iziga o'rnatilgan maxsus cho'michga quyilmoqda.

Nazorat savollari

1. Kislородning yondirgichdan chiqish tezligi?
2. Kislородli-mash'alli eritish pechi tuzilishi?
3. O'ta maydalangan shixta qorishmasi qancha bo'ladi?
4. Muallaq holatda kislород yordamida eritish usuli?

1.11. Sul'fidli mis boyitmalarni suyuq vannada eritish (Vanyukov jarayoni)

So'nggi yillarda og'ir sanoatda, ayniqsa, rangli metallurgiyada avtogen jarayonlar keng qo'llanilmoqda. Avtogen jarayon deb, qisman tashqaridan yoqilg'i sarf qilgan holda, oltingugurtli birikmalarning oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlikning jarayonga to'la sarflanishiga aytiladi.

Moskva po‘lat va qotishmalar institutining “Rangli og‘ir metallar metallurgiyasi” kafedrasida olimlari tomonidan taklif etilgan yangi jarayon “suyuq vannada eritish” deb ataladi.

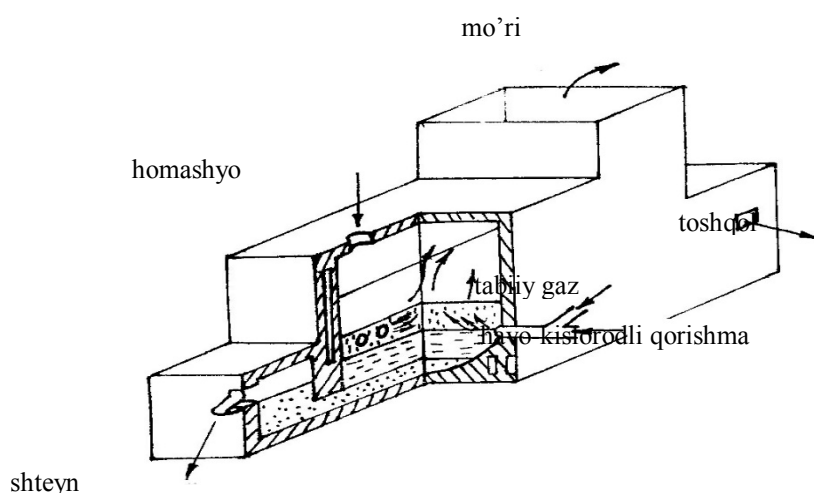
Uzoq yillar davomida otasi, professor Vladimir Andreyevich boshlagan ishni sanoat miqyosida o‘g‘li, professor Andrey Vladimirovich Vanyukov tatbiq qilib, yuksak yutuqlarga erishdi va metallurgiya sanoatiga o‘ta unumdorligi bilan ajralib turadigan yangi agregat olib kirdi. Pechni takomillashtirishda, uni har tomonlama zamonaviy jihozlashda Moskva po‘lat va qotishmalar instituti olimlari bilan birgalikda “Ginsvetmet” (rangli metallar bosh ilmiy tadqiqot instituti, Moskva shahri), “Gipronikel” (nikel ilmiy-loyiha tadqiqot instituti, Moskva shahri), “Kazminsvetmet” (Qozog‘iston rangli metallar vazirligi), Qozog‘iston Fanlar akademiyasi olimlari hamda Norilsk va Balxash kon-metallurgiya kombinati, Ryazan ilmiy tadqiqot tajriba zavodi mutaxassisleri va ilmiy xodimlari faol ishtirok etishdi.

Avvaliga sinov bir necha bora Ryazan tajriba zavodi pechida o‘tkazilib, yaxshi natija bergach, 1986-yili Norilsk kon-metallurgiya kombinatida to‘la sinovdan o‘tkazildi. Har tomonlama yaxshi natijalar olingach, uning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari nafaqat o‘sha paytda sobiq Ittifoq sanoatida ishlab turgan eritish pechlaridan, balki rivojlangan chet eldagi ayrim pechlardan ham ustun ekanligi namoyon bo‘la boshladi.

1987-yilda Ittifoq Vazirlar Kengashining qaroriga binoan, A.V. Vanyukovning vafotidan so‘ng ushbu eritish pechiga “Vanyukov pechi”, jarayonga esa “Vanyukov jarayoni” deb nom berildi. Asta-sekin ota-bola Vanyukovlar boshlagan ishni uning shogirdlari Moskva po‘lat va qotishmalar institutining “Rangli og‘ir metallar metallurgiyasi” kafedrasining mudiri professor, texnika fanlari doktori Valentin Petrovich Bistrov va Aleksey Yakovlevich Zaysevlar davom ettirib kelmoqda. Ular yildan-yilga “Vanyukov pechi”ni takomillashtirib, yuqorida qayd etilgan ikkita katta kon-metallurgiya kombinatida to‘la muvaffaqiyatli ishlashiga olib keldilar.

Pechning sanoatga kirib kelishi va uning konstruktiv yaratilishi uzoq yillarda, asosan, oʻtmishdagi pirometallurgiya pechlarining mukammal takomillashgan bir koʻrinishi, desak mubolagʻa boʻlmaydi. Pechning shaxtasi toʻgʻri burchakli boʻlib, orasida suv oʻtib turishiga moʻljallangan mis plitalari oʻrnatilgan. Ana shu suv sovutkichlari yonidan doimiy kislorodli havo furma orqali yon tomonidan purkab turiladi. Havo purkalangan suyuq vannaga yuqoridan har xil hajmdagi qumoq shixta yuklab turiladi. Furmaning pastki qism boʻlimida eritmadan toshqol va shteyn ajralib, har ikkala tomonidan oʻrnatilgan sifonlar orqali hosil boʻlgan mahsulot pechdan tinimsiz chiqarib turiladi.

1.14-rasmda koʻrsatilganidek, pechning asosiy qulayligi har ikkala yon tomonidan kislorodning toʻgʻri shixta tushayotgan eritma ostidan purkalanishidir. Bu ustki va ostki purkalanish jarayonlariga qaraganda ancha qulay va issiqlik massa almashinuviga oʻz taʼsirini yuqori meʼyorda koʻrsatadi. Undan tashqari, vannada erigan va hali erib ulgurmagan ashyolar aralashmasi harakatining bir xilda biqirlashiga olib keladi. Ana shu eritmadagi bir xildagi doimiy ashyolarning aylanishi va biqirlashi mayda sulfidli zarralarning bir-biriga toʻqnashishiga, buning natijasida zarralarning yiriklashuviga olib keladi. Eritmada jarayon qanday holatda roʻy berishidan qatʼi nazar (harakat, toshqol qovushqoqligi va hokazo), kattalashgan shteyn zarralari pechning tubiga, shteyn fazasiga choʻkadi.



1.14-rasm. Vanyukov pechi

Sulfidli shixta tarkibidagi kvarsli flus toshqolda tez eriydi, toshqolning hosil boʻlish tezligini nihoyatda orttirib yuboradi.

Jarayonda tomchilar oralig'idagi kolessensiya (ya'ni energiya sistema-sining kamayishi bilan suyuq va qattiq fazalardagi hajmlarning o'z-o'zidan birikishi) shteyn tomchilarini o'rtachalashtiradi. Demakki, pechning eng ostki qismidagi shteyn tarkibidagi mis shteyn bo'limining ustki qismiga nisbatan bor-yo'g'i 3–5% gina farq qilishi mumkin.

Shteyn tarkibidagi misning ortishi bilan boshqa pechlardagidek, toshqol tarkibidagi mis tarkibi ham ortib boradi, biroq juda kam miqdorda, ya'ni 45–50% misli shteyn olinganda, toshqoldagi mis 0,5–0,6% dan deyarli ortmaydi. Vanyukov pechida nafaqat misli xomashyo, balki mis-nikelli klinkerning mis shixtasini ham birdek eritib, rejalashtirilgan holda, kerakli tarkibda misli shteyn, sulfat kislota olishga mo'ljallangan sulfid va sulfat angidridli texnologik gaz olish mumkin.

Vanyukov pechida har qanday misli mahsulotlar yoki ashyolarni eritib, undan misga boy shteyn olish mumkin. Shuning uchun ham ushbu risolaning oldingi boblarida ko'rsatilganidek, metallurgik hisob yo'li bilan ashyolar tengligi hisoblanadi. Hozirgi kunda "Olmaliq TMK" OAJdagi YaQE va KME pechlarida Olmaliq rux zavodining misli klinkerlari qayta ishlanmoqda. Shuningdek, boshqa barcha eritish zavodlarida ham misli, tarkibida qimmatbaho ma'dani bor klinkerlar Vanyukov pechida qayta ishlanib, qo'shimcha mis va nodir metallar olinmoqda. Shuning uchun ham Vanyukov pechining metallurgik hisobida klinkerning ratsional tarkibini yechish orqali texnologik hisobni boshlaymiz.

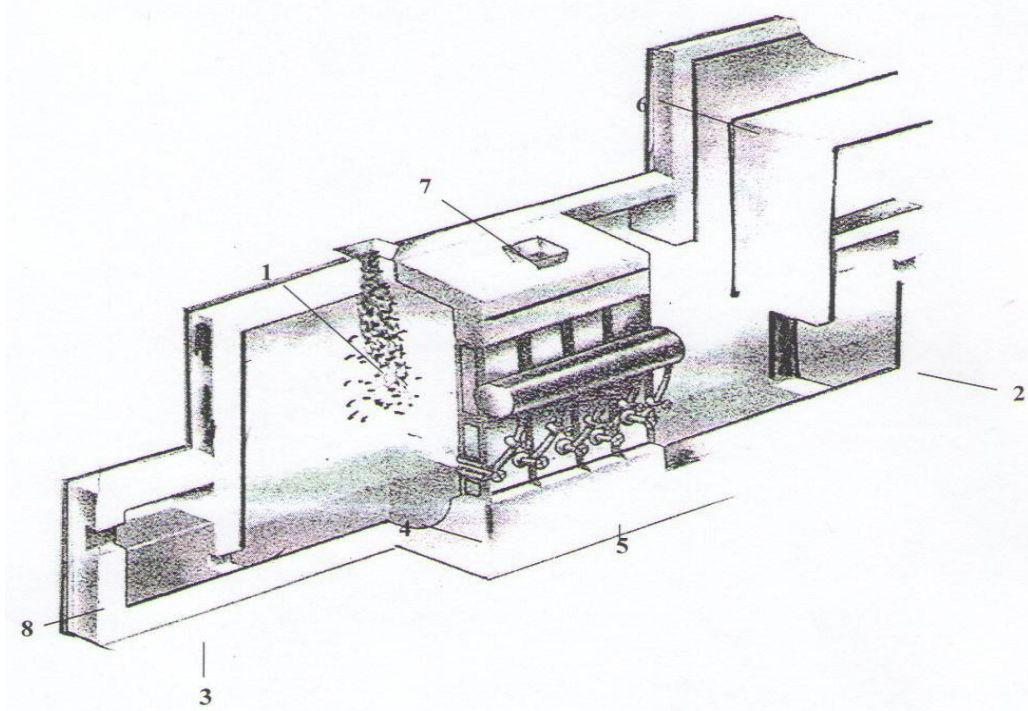
Suyuq vannada eritish jarayoni (VP)

Zamonaviy, yuqori samaradorli avtogen jarayonlardan biri – suyuq vannada sulfid mis boyitmasini eritishdir. Jarayonning avvalgi nomi PJV (Suyuq vannada eritish), Moskva texnologik universitetining (ilgarigi Moskva po'lat qotishmalar instituti) "Og'ir rangli metallar metallurgiyasi" kafedrasini mudiri professor A.V.Vanyukov tomonidan 1951-yil mualliflik guvohnomasi bilan himoya qilingan tadqiqotni sinovdan o'tkazib, uzoq yillar ilmiy izlanish olib bordi. Ushbu avtogen jarayoni professor Vanyukov boshchiligida yaratilgan va ko'p davlatlarda tatbiq etilgan.

Jarayonning mohiyati sulfidlarni toshqol eritmasida, kislorod yoki kislorodga boyitilgan havo oqimida yondirishdan iboratdir. Jarayon kessonlangan shaxtali pechda, eritmaning pastdan yuqoriga qarab ko‘tarilishi sharoitida amalga oshiriladi.

Hozirgi paytda VP jarayoni yallig‘ pechda eritish o‘rnida qo‘llanilmoqda. Norilsk va Balxash tog‘- metallurgiya kombinatlarida jarayon to‘la tatbiq etilgan. Pechning xomashyosiga boyitma, flus va qattiq aylanuvchan moddalar kiradi. Xomashyoning umumiy namligi 6–8 %. Pechga suyuq konverter toshqolini quyish mumkin. Xomashyo pechning yuqori qismidan vannadagi eritmaga yuklanadi. Shteyn va toshqol pechning qarama-qarshi tomonlaridan, sifon orqali chiqariladi.

Vanyukov pechining ko‘ndalang kesimi 1.6-rasmda keltirilgan.



1.15-rasm. Vanyukov pechining ko‘ndalang yon kesimi.

- | | | |
|----|----------------|----------|
| 1. | Xomashyo | 5.Furma |
| 2. | Toshqol | 6.Mo‘ri |
| 3. | Shteyn | 7.Xampa |
| 4. | Zarra harakati | 8.Tuynuk |

Kessonlar zichligi o‘ta yuqori bo‘lgan misdan tayyorlangan. Texnologik gazlar kessonlangan shaxtadan chiqariladi. Shaxtada ajralish davriga chiqqan oltingugurt qisman yondiriladi. Gazlar qozon-sovutkichlarda sovutilib, changdan tozalanib, sulfat kislotasi olishga yuboriladi. “Norilsk – Nikel” OAJ va “Balxash mis” sanoat birlashmasi kombinatlarida ishlab turgan pechlarning texnik-iqtisodiy tavsiflari 1.15-jadvalda keltirilgan.

VP konstruksiyasining issiqlikni doimiy ushlab turish imkoniyati katta. Haroratning maksimal qiymati aynan furma yonida ko‘tariladi, kislorodning yuqori sarfi, haroratning ortishiga olib keladi. Kessonlar yonida eng past harorat bo‘limlarda bo‘ladi. Xomashyo yuklanadigan joyida ham harorat yanada pasayadi.

1.5-jadval

Vanyukov pechining ayrim texnik ko‘rsatkichlari

№		Norilsk	Balxash
1.	Xomashyobo‘yicha ishlab chiqarish unumdorligi, t/(m. sut)	80	80
2.	Furma kesimida pechning eni, m	2,5	2,3
3.	Shteyn vannasining balandligi, m	0,5	0,49
4.	Toshqol vannasining balandligi, m	1,1	1,2
5.	Eritmalarning umumiy balandligi, m	2,4	2,6
6.	Kislorodning havo bilan boyitilish darajasi, %	64–65	65–75
7.	It boyitma uchun kislorodning sarfi, m ³	140–300	140–300
8.	Pechning foydali ish darajasi, %	97	84
9.	Misning miqdori, % ;		
	a) shteynda	45–50	44–47
	v) toshqolda	0,6	0,5–0,74
10.	SO ₂ ning gazdagi miqdori, %	20–35	24–30
11.	Gazning changlik darajasi, g/m ³	1,5–2	2–3
12.	Changning ajralib chiqishi, xomashyoga nisbatan, %	-	1,1
13.	Misning ajratib olinishi, %	97,3	97,1
14.	Nodir metallarning ajratib olinishi	99	99

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, VP jarayoni oldingi ko‘rilgan texnologiyalardan ancha afzalroqdir.

Hozirgi paytda Vanyukov jarayoni yallig‘ pechda eritish jarayoni o‘rnida qo‘llanilmoqda. Norilsk va Balxash tog‘-metallurgiya kombinatlarida jarayon to‘la tatbiq etilgan. Pechning xomashyosiga boyitma, flus va qattiq aylanuvchi moddalar kiradi. Xomashyoning umumiy namligi 6–8%. Pechga suyuq konverter toshqol quyish mumkin. Xomashyo pechning yuqori qismidan vannadagi eritmaga yuklanadi. Shteyn va toshqol pechning qarama-qarshi tomonlaridan, sifon orqali chiqariladi. 1.6-jadvalda 100 kg xomashyo uchun Vanyukov pechining issiqlik balansi keltirilgan.

Issiqlikning katta hajmi oltingugurtni eritmada yoqish davrida ajralib chiqadi. Oltingugurt yuqori darajali sulfidlarning ajralish jarayonida paydo bo‘ladi. Gaz hajmidagi yuqori haroratlar bunga ko‘mak beradi. Shuning uchun xomashyo pechga yuklanishi uzluksiz oqim bilan berilishi kerak.

1.6-jadval

100 kg xomashyo uchun Vanyukov pechining issiqlik balansi

№	Kirish	mDj	%	№	Chiqish	mDj	%
1	Uglerodning yonishi	51,4	18,7	1	Yuqori sulfidlarning ajralishi	31,8	11,6
2	S ni SO ₂ ga yonishi	82,6	30,0	2	Gaz SO ₂ shaklidagi oltingugurtning paydo bo‘lishi	34,4	12,5
3	FeS ni FeO ga oksidlanishi	115,4	42,0	3	CaCO ₃ ning ajralishi	5,86	2,1
4	FeO ning paydo bo‘lishi	18,4	6,7	4	Toshqol bilan	77,2	28,0
5	Toshqolning paydo bo‘lishi	3,87	1,4	5	Shteyn bilan	45,1	16,4
6	Ashyo bilan	2,5	0,9	6	Gaz bilan	59,8	21,7
7	Klinker bilan	0,17	0,06	7	Namning parchalanishi	14,45	5,24
8	Havo bilan	0,63	0,23	8	Chang bilan	1,68	0,66
				9	Boshqalar	4,7	1,7
	Jami	275,0	100		Jami	275	100

Vanyukov jarayonidan ishlab chiqarish unumdorligini orttirishda foydalanish, texnik kislorodni ishlatish va xomashyoni eritmaning ustiga yuklash ishlab chiqarish unumdorligini 100–150 t/m² sutkagacha olib chiqishi mumkin. VP ni emulsion jarayoni deyish mumkin, chunki unda xomashyodan to‘liq foydalanish, atrof-muhitni muhofaza qilish, texnologiyani avtomatlash va kompleks mexanizatsiyalash boshqa pechlarga qaraganda oson kechadi.

Vanyukov jarayonida moddalarning fizik-kimyoviy o‘zgarishlari KMEP jarayonida o‘tadigan reaksiyalarga mos keladi. Faqat bu jarayonda hamma reaksiyalar eritma ichida o‘tishi bilan ajralib turadi. Bu jarayonlar birikma va moddalarning ajralishi, sulfidlarning oksidlanishi, sulfid oksidlar bilan o‘zaro bog‘lanishlari va boshqalardir. Reaksiyalarning termodinamik tavsiflarini KMEP jarayonida o‘tadigan jarayonlar bilan baholash mumkin. Faqat eritmada yuqori harorat bo‘lgani, diffuzion koeffitsiyentlari kattaroqligi va eritmaning gaz bilan barbotaj bo‘lgani reaksiyalarning tezroq va to‘laroq oqib o‘tishiga olib keladi.

Jarayon natijasida sulfid-oksid emulsiyasi paydo bo‘ladi. Emulsiya cho‘kib, vannada shteyn va toshqolga ajraladi. Ajralish ularning har xil fizik-kimyoviy xususiyatlari natijasida boradi. Vanyukov jarayonida turli birikmalar qayta ishlanishi mumkin. Jarayonni oddiy shteyn, boyitilgan shteyn va xomaki mis olish darajasiga ham olib borishi mumkin hamda bu jarayon kelajakda yallig‘ pechlarning o‘rniga to‘liq qo‘llanilishi mumkin, desak hech ham mubolag‘a bo‘lmaydi.

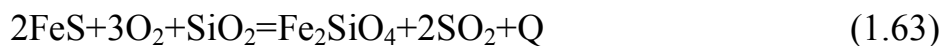
Nazorat savollari

1. Sul'fidli mis boyitmalarni suyuq vannada eritish texnologiyasi?
2. Vanyukov jarayonida moddalarning fizik-kimyoviy o‘zgarishlari?
3. VP ni emulsion jarayoni deyish mumkinmi?
4. VP konstruksiyasi?

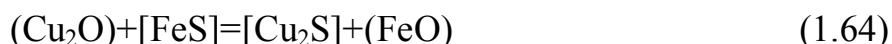
1.12. Mis shteynlarini konverterlash jarayonining kimyosi

Misli shteynlarni konvertorlash eritmada oltingugurtli birikmalarning purkalanayotgan havo tarkibidagi kislorod yordamida oksidlanishiga asoslangan.

Jarayon temir sulfidining oksidlanishi bilan boshlanadi:



Mis sulfidi jarayon boshlanishida kislorod bilan reaksiyaga kirishmaydi, sababi temir to‘liq oksidlanmasdan turib quyidagi kimyoviy reaksiya faqat o‘ng tomonga borishi kuzatiladi:



Kimyoda shu narsa ma’lumki, temirning misga nisbatan kislorodga moyilligi yuqori bo‘lsa, misning oltingugurtga moyilligi temirga nisbatan yuqoridir.

Shuning uchun ham konverterlashning I bosqichiga asosan, temir havo p-urkash natijasida quyidagi tasnif bo‘yicha deyarli to‘liq oksidlanadi:



Temirning to‘la oksidlanish jarayoni uning o‘ta oksidlanib ketishiga olib keladi. O‘ta oksidlanish natijasida eritmadagi temir magnetit holatiga o‘tadi. Temirni iloji boricha temir oksidgacha (ya’ni FeO) quyidagi reaksiya bo‘yicha oksidlash kerak:



Uning qattiq holda emas, suyuq holda hosil bo‘lishini ta’minlaydi va uni oltingugurtli birikmalardan ajratib olish oson kechadi. Ushbu maqsadni amalga oshirish uchun konverterga kvarsli ruda yoki flus yuklanadi. Vyustitning toshqol tarkibida erishi uning faolligini kamaytiradi. Bu ko‘rsatkich toshqol tarkibida SiO₂ miqdorining ortishiga ham o‘zaro bog‘liqdir. Vyustit faolligining kamayishi

oksidlanish jarayonining sekinlashuviga olib kelsa-da, qisman temirning magnetit birikmasiga o'ta oksidlanishiga yo'l qo'ymaydi.

Eritmadagi magnetit qisman bo'lsa-da, oltingugurtli temir va kvarts bilan birgalikda qaytarilib, $\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ hosil bo'lishiga olib keladi. Ushbu (1.66) reaksiya 1200°C haroratdan uncha yuqori bo'lmagan tezlikda boshlanadi. Chunki haroratning ortishi bilan magnetitning to'liq parchalanishi va uning tezligi ham ortishi kuzatiladi. Demak, konverter eritmasining harorati qancha yuqori bo'lsa, jarayon ham shuncha tez boradi. Biroq haroratning o'ta (1400°C dan) yuqori bo'lishi konverter pechining ichki tomoniga terilgan o'tga chidamli g'ishtning ishlash muddati ancha kamayib va bu g'ishtning tez yemirilib ketishiga olib keladi. Jarayonni $1250\text{--}1400^\circ\text{C}$ harorat atrofida olib borish maqsadga muvofiqdir.

Agar konverterlarda xomaki mis olish texnologiyasini chet el texnologiyalari bilan taqqoslaydigan bo'lsak va 1866-yilda V.A. Semennikov hamda 1880-yili A. A. Auerbax tomonidan kiritilgan o'zgarishlar bilan hanuzgacha ishlab kelganligini hisobga olsak, uni tubdan o'zgartirish va undan chiqayotgan suyuq konverter toshqolini tashlanma toshqol holiga kelguncha kambag'allashtirish lozimligi tushuniladi. Konverterda harorat ortishi bilan kvartsning erish tezligining nordonligi ham ortib boradi.

Toshqol tarkibida SiO_2 23–26%da bo'lishi eng qulay miqdordir.

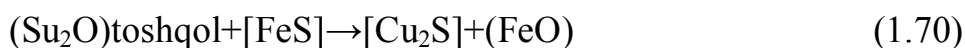
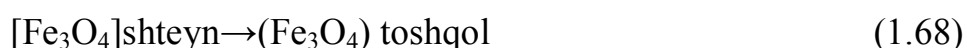
Kremniy oksidining 30%ga qadar ortib borishi toshqol tarkibidagi mis va magnetitning kamayishiga olib kelmasa-da, biroq kapital xarajatlarning, shuningdek, flusga bog'liq bo'lgan boshqa xarajatlarni oshirib yuboradi.

Kvarts rudasining o'lchami maydalashgani sayin, uning eruvchanlik tezligi ortib boradi. Shuning uchun ham ularning eng qulay me'yori olib borilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar natijasiga ko'ra, 10–20 mm bo'lishi maqsadga muvofiq. Undan kvarts konverterga yuklanganda pech bo'g'zidan chiqayotgan oqova gaz bilan chiqib ketish ehtimoli ko'p. Ko'p hollarda flusni iloji boricha kam miqdorda ishlatish, uning tarkibidagi SiO_2 miqdorini 90% va undan ham ortiq bo'lgan, kimyoviy reaksiyaga tez kirisha oladigan kvartsli ashyolarni ishlatish yaxshi samara beradi.

So‘nggi yillarda oddiy kvarsli ruda deyarli konverterlarda qayta ishlanmayapti, chunki tarkibida qimmatbaho metallardan tashkil topgan oltin fabrikasining kvarsli rudalari keng ishlatilmoqda. Bunday ashyolarning flus sifatida ishlatilishi, Au va Ag hisobiga bozor iqtisodiyoti davrida har tomonlama texnologiyadan unumli va to‘liq foydalanish samaradorlikni oshirmoqda.

Konverterdagi barcha fizik-kimyoviy jarayonlar gazsimon moddalarning suyuq eritma tarkibida tinimsiz aylanishi natijasida boradi. O‘z-o‘zidan ma’lumki, yuqori tezlikda moddalarning tinimsiz harakati furma ustida va havo purkalanayotgan mintaqa yaqinida kechadi. Shuning uchun ham havo tarkibidagi kislorod yordamida metallarning oksidlanishi va magnetitning hosil bo‘lishiga olib keladi. Magnetit shteyn hamda toshqol tarkibida eriydi. Oltingugurtli moddalarning tez oksidlanishi natijasida furma tegrasida haroratning ekzotermik reaksiya hisobiga ortishi (1600°C , goh undan ham yuqori) kutiladi. Bu pech ichidagi g‘ishtlarning muddatidan ilgari ishga yaroqsiz bo‘lib qolishiga olib keladi.

Yuqorida qayd qilinganidek, $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeO}$ sistemaning borishi o‘zaro eruvchanligiga bog‘liq. 1200°C haroratda temir oksidining sulfidli birikmalarda eruvchanligi 40–60 %gacha boradi. FeO yuqori eruvchanligi gamogenli sulfid-oksidi eritmaning hosil bo‘lishiga olib keladi. Shteyn tarkibida Cu_2S ortishi bilan $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeO}$ sistemadagi birikmalarning uzviy eruvchanligi kamayib boradi. Sulfid-oksidi eritmaning kremnezem bilan o‘zaro ta’siri konverterning yuqori qismida borib, tarkibida kremnezemi kam bo‘lgan oksidli faza, ya’ni toshqol hosil qiladi. Konverterning suyuq vannasidagi birikmalarning doimiy harakati va aylanishi natijasida quyidagi kimyoviy tengliklar majmui boradi:



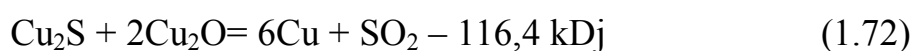
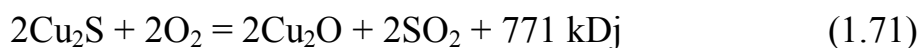
Jarayon mobaynida converter gazlar yordamida vannaning faol biqirlashi natijasida magnetit sulfid yordamida qaytariladi va gaz pufakchalari tarkibida SO_2

ning parsial bosimi kamayadi. Birinchi bosqichda hosil bo'lgan toshqol pechga engashib to'kiladi va YaQP ga jo'natiladi.

Konverter esa shteynni 1200–1250⁰C haroratda qabul qilib, yana havo bilan purkash davom etadi. Bu jarayon birnecha bor qaytarilib, toshqol birnecha bor to'kiladi va misga boy oltingugurtli boyitma (oqmatt) olinadi. 1-bosqich davomida konverterlarda harorat juda tez sur'atlarda, ya'ni minutiga 5–7⁰C haroratda ortib boradi. Shuning uchun ham haroratni o'z me'yorida saqlash uchun qattiq holatda maydalangan misga boy har xil chiqindilar yuklab turiladi. Harorat me'yoridan ortib ketgan paytda tarkibi misga boy kvarts rudalarni, hatto mis sulfidli boyitmani ham qayta eritish mumkin bo'ladi.

Jarayonning I bosqichi – shteynni qo'shimcha konverterga quymasdan turib furmada purkash olib boriladi va konverterda oltingugurtli oq shteyn hosil bo'ladi.

Konverter jarayonining ikkinchi bosqichi oq shteyn – Cu₂S ni havo bilan purkash natijasida oksidlantirib, xomaki mis olishdir. Oq shteynni purkash davrida bir paytda ikkita reaksiya boradi: Su₂S ni SuO qisman oksidlanish va mis birikmalarining o'zaro bog'lanishlari:



Ikkala reaksiya kislorodning o'zlashtirish darajasi 90 % dan yuqoriroqni tashkil qilishi bilan tez va to'liq o'tadi. Konverterning hajmidagi haroratlarda (1150⁰C balandroq) SO₂ ning parsial bosimi katta raqamni tashkil qiladi ($R > 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$).

Ikkala reaksiyaning borish sharoitlari ko'rib chiqilganda 2 ta xulosaga kelish mumkin:

Jarayonning ikkinchi bosqichida konverterda misning yarim oksidi uchramaydi, chunki u paydo bo'lishi bilan mis yarim sulfidi bilan o'zaro bog'lanib, xomaki mis tashkil qiladi va katta bosim bilan SO₂ ajralib chiqadi;

Suyuq mis yarim oksidini konverterga quyish mumkin emas, chunki ikkita suyuqlik aralashsa, katta miqdorda SO_2 paydo bo‘ladi va moddalar portlash effektiga duch kelishi mumkin.

Mis yarim oksidini sovuq holatda yuklash mumkin. Bunda moddalar asta-sekin qizib, suyuq holatga o‘tib, reaksiyaga kirishadi.

Ikkita reaksiyaning borishi natijasida jarayonning ikkinchi bosqichida xomaki mis paydo bo‘ladi. Xomaki mis suyuq holatda bo‘ladi, chunki uning erish harorati 1083°C , konvertordagi haroratlardan ancha pastroqdir. Xomaki mis paydo bo‘lishining dastlabki minutlarida, u mis yarim sulfidida eriydi. Keyin esa mis sulfidi erish qobiliyati bo‘yicha (oltingugurt 17,9 % gacha) eritilsa, ikki qatlamga ajraladi: yuqori qatlam misga to‘yingan Cu_2S dan iborat va tashqiqatlam–xomaki mis, unda 1,8 % gacha oltingugurt bo‘ladi. Purkash davrida pastki qatlam yuqoridagi qatlam kamayishi hisobiga o‘sib boradi.

Nazorat savollari

1. Mis shteynlarini konverterlash jarayonining kimyosi?
2. Mis shteynlarini konverterlash jarayoni necha bosqichdan iborat?
3. Xomaki mis nima?
4. Xomaki misda misni miqdori qancha bo‘ladi?

1.13. Mis shteynlarini konverterlash jarayoni reaksiyalarining termodinamikasi

Mis shteynini konvertorlash davomida havo eritma hajmidan nihoyatda tez –0,13 sekundda o‘tadi. Bunda kislorodni o‘zlashtirish darajasi 95 % ni tashkil etadi. Hisobotlarga ko‘ra, har bir jarayonning minutda suyuq vannadagi kislorodga muhtojlikning faqat yuz mingdan bir qismigina qondiriladi. Bu reaksiyalarning nihoyatda tez borishini ko‘rsatadi.

Mis yarim sulfidini oksidlantirish uchun haroratni har doim yuqori qatlamga berish kerak, shuningdek, mis zavodlarida furlalar konverterning biqinida joylashadi. Metallurg ishchi-mutaxassis havoning to‘g‘ri kelishini doim

nazorat qilishi kerak va konverterni aylantirib, havo yoʻlini oq shteynga yoʻnaltirishi lozim.

Amaliyotda jarayonning ikkinchi bosqichi uzluksiz, taxminan 2–3 soat davomida oʻtkaziladi, jarayonning yakunlanishi maxsus kimyoviy tahlil orqali aniqlanadi.

Shteynni purkashdan oldin konverter, yoqilgʻi yondirish yoki oldinga oʻtgan jarayon hisobiga yuqori haroratda isitilgan boʻladi. Aniqlangan ekzotermik reaksiyalar borishi davomida ajralib chiqqan issiqlik jarayon talab qilgan issiqlikni toʻla qondira oladi.

Issiqlikning ortiqcha qismi eritilgan moddalarning haroratini orttirishga sarflanadi. Haroratning ortish tezligi birinchi bosqichda $0,9-3^{\circ}\text{C}/\text{minutni}$ va ikkinchi bosqichda $0,15-1,2^{\circ}\text{C}/\text{minutni}$ tashkil qiladi.

Toshqolni pechdan chiqarish paytida eritmaning harorati pasayadi, uning yuqori issiqlik oʻtkazish qobiliyatiga ega ekanligi sababli haroratning pasayish tezligi ancha ortadi va $3-8^{\circ}\text{C}/\text{minutni}$ tashkil qiladi.

Mis shteynlarida rux va qoʻrgʻoshindan boshqa bir qator nodir va zarrali ikkilamchi metallar bor. Amaliyotdan maʼlumki, shteyn tarkibidagi zararli moddalar gaz bilan quyidagi darajada yoʻqotiladi %: 84 As, 73 Sb va 96 Bi.

Konvertorlash davomida xomaki mis tarkibiga 70–80 % selen va 40–50 % tellur oʻtadi. Reniy deyarli toʻliq gaz fazasiga ajralib chiqadi. Bunday gazlar bir qator foydali elementlarga boy va alohida ajratib olish anchagina iqtisodiy samara beradi.

Konverterda furmadan chiqayotgan havoning boshlangʻich tezligi 100–170 m/s ni tashkil qiladi. Havo oqimining katta tezligi oksidlantirish reaksiyalarining tez va toʻliq oʻtishiga yordam beradi.

Konverterda ortiqcha issiqlikning borligi unda sovuq ikkilamchi moddalarni eritishga imkon yaratadi. Aylanuvchi (oborot) sovuq materiallarning soni shteyn massasiga nisbatan 20–25 % ni tashkil qiladi.

Jarayonning ikkinchi bosqichida konvertorlashdan umumiy ajralib chiqadigan issiqlik 20 % ni tashkil qiladi. Ayniqsa, bu davrda issiqlik ortiqcha bo‘lib, sovuq moddalarni qo‘shish imkoniyati bo‘ladi.

Konverter jarayonini takomillashtirish yo‘llaridan biri – bu katta mablag‘ sarfini talab qiladigan ishlardan asosiylari – mexanizatsiyalash va avtomatlash, o‘tga chidamliroq olovbardosh g‘ishtlarni ishlatish va asosiy kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirishdir.

Reaksiyalarni tezlashtirish uchun kislorodga boyitilgan havodan foydalanish katta ahamiyatga ega. Tajriba shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqarish unumdorligi kislorodga nisbatan o‘shidan ko‘ra yuqoriroqdir. Masalan, havodagi tarkibi 23,3% bo‘lsa (nisbiy boyitish 11,5 %), konverterni ishlab chiqarish unumdorligi 14,1 % ga ortadi. Havoning kislorodga boyitish darajasini 25,3 % ga olib chiqish unumdorlikni 38,7 % ga oshiradi. Faqat bu tadbirni qo‘llashda haroratning keskin ortishi natijasida olovbardosh g‘ishtlarning tezda ishdan chiqishini e‘tiborga olish lozim.

Konverter jarayonining asosiy kamchiliklaridan biri – uning davriyligidir. Hozirgi davrda uzluksiz jarayonni yaratish yo‘nalishida ilmiy izlanishlar olib borilayapti. Jarayonni amalga oshirish qiyinchiliklari ikki bosqichli bo‘lib, birinchi bosqichi toshqolni yo‘qotishdir.

Jarayonning ikkinchi katta kamchiligi – bu ajralib chiqayotgan sulfidli gazlarning atrof-muhitni zaharlashidir. Ustki qismi yopiq konverterlarni qo‘llash va hamma gazlarni sulfat kislotasini olishga yuborish maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

Konverter toshqollarida 3,0–3,5 % mis bor, bu yarim mahsulot hisoblanib, qaytadan yallig‘ pechga yuklanadi. Toshqolda 27–29 % kremniy dioksidi bo‘lsa, yallig‘ pechda qayta ishlash deyarli qiyinchilik tug‘dirmaydi. Toshqollarni flotatsiya bilan boyitishda uning tarkibida faqat 18–20 % SiO_2 bo‘lishi kerak.

II bosqich temir sulfidining (FeS) shteyn tarkibidagi faolligining kamayishi bilan boshlansa-da, Cu₂S faolligi ortib boradi. Bu o‘z navbatida, temir oksidi (FeO) faolligining kamayishiga olib keladi:



Eritmada mis sulfidi (Cu₂S) va temir sulfidining (FeS) yuqori tezlikda oksidlanishi mobaynida FeS shteyn tarkibida bor-yo‘g‘i 3–4 % qolgan bo‘ladi. Konverterlashning II bosqich jarayonining kimyoviy reaksiyalari quyidagilar:



Shunday qilib, 1250⁰C harorat ostida olib borilgan II bosqichdagi xomaki mis olish jarayoni so‘nggi ikkita reaksiya bilan yakunlanadi. Shu qatorda, xomaki mis olish jarayonida unga yo‘ldosh bo‘lgan qimmatbaho nodir metallar: oltin va kumush ham shteyn tarkibiga o‘tadi va keyingi jarayonlarda ajratib olinadi. Shuningdek, rux konverterlash mobaynida toshqol va chang tarkibiga o‘tadi. Chang tarkibidagi Zn 15–20 %ni tashkil etadi.

Nazorat savollari

1. Mis shteynlarini konverterlash jarayoni reaksiyalarining termodinamikasi diganda nima tushunas?
2. Reaksiyalarni tezlashtirish uchun nimaladan foydalanish kerak?
3. Mis yarim sulfidini oksidlantirish uchun nimalar qilish kerak?
4. Oq mat nima?

1.14. Konvertelash jarayonida oksidlanish va shlak hosil bolish sharoitlari

Konverterlash jarayoni pirometallurgiya texnologiyasining eng asosiy bo'limlaridan biri bo'lib, mis boyitmasi yoki misli ruda qaysi eritish pechida eritilishidan qat'i nazar, olingan mahsulot konverter dastgohiga yuklanadi. Misli shteyni konverterlashdan asosiy maqsad tarkibiga oltin, kumush va boshqa ayrim nodir metallarni biriktirgan holda, tarkibida 96–98 % mis bo'lgan xomaki mis olishdir.

Konverterlash so'zi o'zi suyuq holdagi shteyn tarkibidagi temir va oltin-gugurtning havo yoki kislorodga boyitilgan havoning agregatga purkash orqali oksidlanganligini bildiradi.

Misli shteynlarni konverterlash ilk bor 1866-yilda rus muhandisi V.A.Semennikov tomonidan Uraldagi Bogoslovsk va Votkinsk zavodlarida sinab ko'rildi va taklif etildi. O'sha paytda rus muhandisi konverterni vertikal holatda joylashtirib, havo purkagich furmalarini pechning ostki qismiga joylashtirgan edi. Pech tubining tez qizib qotib qolishi xomaki mis olishda ancha qiyinchiliklar tug'dirdi.

1880-yilda yana bir rus muhandisi A.A.Auerbax vertikal holatdagi konverterga yon tomondan furma purkagichlarni o'rnatishni taklif qildi va shu yo'l bilan suyuq holda mis metalini olishga muyassar bo'ldi.

100 yildan beri butun dunyo bo'yicha ko'pgina mis eritish zavodlarida ushbu taklif qilingan konverterlash usuli amalda keng ishlatib kelinmoqda. Misli shteyn asosan Cu_2S hamda FeS dan hosil bo'lgan oltingugurtli birikmadir. Uning tarkibidagi mis ashyosi va boyitmasi qaysi eritish pechida qayta ishlanganligiga bog'liq holda 20 %dan 70% gacha bo'ladi. Oltingugurt 24–27 % atrofida bo'ladi. Temirning shteyn tarkibida bo'lishi misga bog'liq, ya'ni misning shteyn tarkibida ortishi temirning kamayishiga olib keladi yoki aksincha bo'lishi mumkin. Konverterlash 2 bosqichda boradi. Avval shteyn suyuq holda konverterga yuklanadi, so'ng shteyn tarkibidagi temirni oksidlab, toshqol holatiga o'tkazish uchun kvarsli yoki boshqa fluslar qo'shiladi.

Natijada oltingugurtli temir oksidlanib, toshqol holatiga o'tadi, temir oksidi va boshqa toshqol tarkibiga kiruvchi oksidlar shteyn tarkibining zichligidan ancha past bo'lganligi uchun pechning yuqori qismiga chiqadi. Bu hosil bo'lgan toshqol pechdan egik holatda cho'michlarga suyuq holda quyiladi va qayta ishlashga jo'natiladi. Temir sulfidining oksidlanishi natijasida hosil bo'lgan oltingugurt sulfat kislota olish sexiga jo'natiladi. Shu bilan temir vaboshqa oksidli birikmalarning pechdan chiqarib tashlanishi boyitilgan mis sulfidining (oq matt) hosil bo'lishi orqali konverterlash jarayonining birinchi bosqichiga yakun yasaladi.

Ikkinchi bosqichda yarim oltingugurtli misning (Cu_2S) to'liq oksidlanishi va metall holiga aylanishi yuz beradi. Ikkinchi bosqichda ham texnologik oqova gaz tarkibida oltingugurt oksidining tarkibi mis sulfidining oksidlanishi hisobiga 10 %gacha, goho undan ham ortiq bo'ladi.

Hozirgi kunda ko'pgina zamonaviy metallurgiya sanoatida, asosan, gorizontal holatdagi konverterlar ishlatib kelinmoqda. Jumladan, Olmaliq mis eritish zavodida ham gorizontal konverterlar ishlatilmoqda. Shuning uchun ham gorizontal konverterlar va ularning tuzilishi haqida fikr yuritiladi.

Asosan, amaliyotda sig'imi 40, 75, 80 va 100 tonna, uzunligi 6–10 m, diametri 3–4 m hamda furmalar soni 32 tadan 62 tagacha bo'lgan konverterlar keng ishlatilmoqda.

Gorizontal konverterlar silindrsimon egiluvchan aparat bo'lib, jarayon uzlukli ravishda olib boriladi. Tashqi g'ilofi 20 – 25 mm qalinlikdagi po'lat listdan qoplangan bo'lib, uning diametri 3 – 4 metr, uzunligi 10 metrgacha bo'ladi. Ichki qismi to'liq olovbardosh, xromomagnezitli g'isht bilan terib chiqilgan. G'ilof bilan o'tga chidamli g'isht oralig'iga olovbardosh qumli ashyo quyiladi. Buning sababi, harorat oshgan sari terilgan g'isht kengayishi va o'zining hajmini o'zgartirishi mumkin. Konverter to'rt juft soqqali g'ildirakchalar ustida joylashgan bo'lib, elektrodvigatel va reduktor yordamida egilish uchun g'ilofning har ikkala tomoniga g'ishtli g'ildirakchalar o'rnatilgan bo'ladi. Shuning uchun ham konverter gorizontal o'q atrofida egilishi va yarim aylana holigacha aylanishi mumkin. Konverterning orqa tomoniga havo purkash uchun furmalar o'rnatilgan bo'ladi.

Konverterga bo‘g‘zi orqali suyuq holda shteyn quyiladi va hosil bo‘lgan toshqol, xomaki mis hamda oqova texnologik gazlar ham bo‘g‘iz orqali chiqadi.

Quyida konverterga taalluqli ayrim texnologik ko‘rsatkichlar keltirilgan:

Furmalardagi solishtirma

purkash sarfi, $m^3(sm^3 \cdot min)$	0,5–1,2;
purkash bosimi, MPa	0,1–0,12;
furmadan purkalanuvchi	
purkash tezligi, m^3/s	100–150;
koeffitsiyenti, %	95–98;
purkash ostida konverterning ishlash vaqti, %	65–80;
havo sarfi, m^3	
1 tonna shteyn uchun	1250–1750;
1 tonna xomaki mis uchun	2100–5800;
konverter toshqolining chiqishi, %	30–80;
konverter toshqolining tarkibida, %:	
mis	1,2–3,0;
kremnezem	20–28;
temir	50–55;
misning olinishi, %: (o‘tishi)	
xomaki misga	87–92;
konverter toshqoliga	3–6;
qaytarmalarga	4–6;
hokazo yo‘qotishlarga	0,5–0,8;

Nazorat savollari

1. Konvertelash jarayonida oksidlanish va shlak hosil bolish sharoitlari?
2. Temir sulfidining oksidlanishi natijasida hosil bo‘lgan oltingugurt qaysi jarayonga ketadi?
3. Konverterlash so‘zi nimani anglatadi?
4. Konverterlash jarayoni necha bosqichdan iborat?

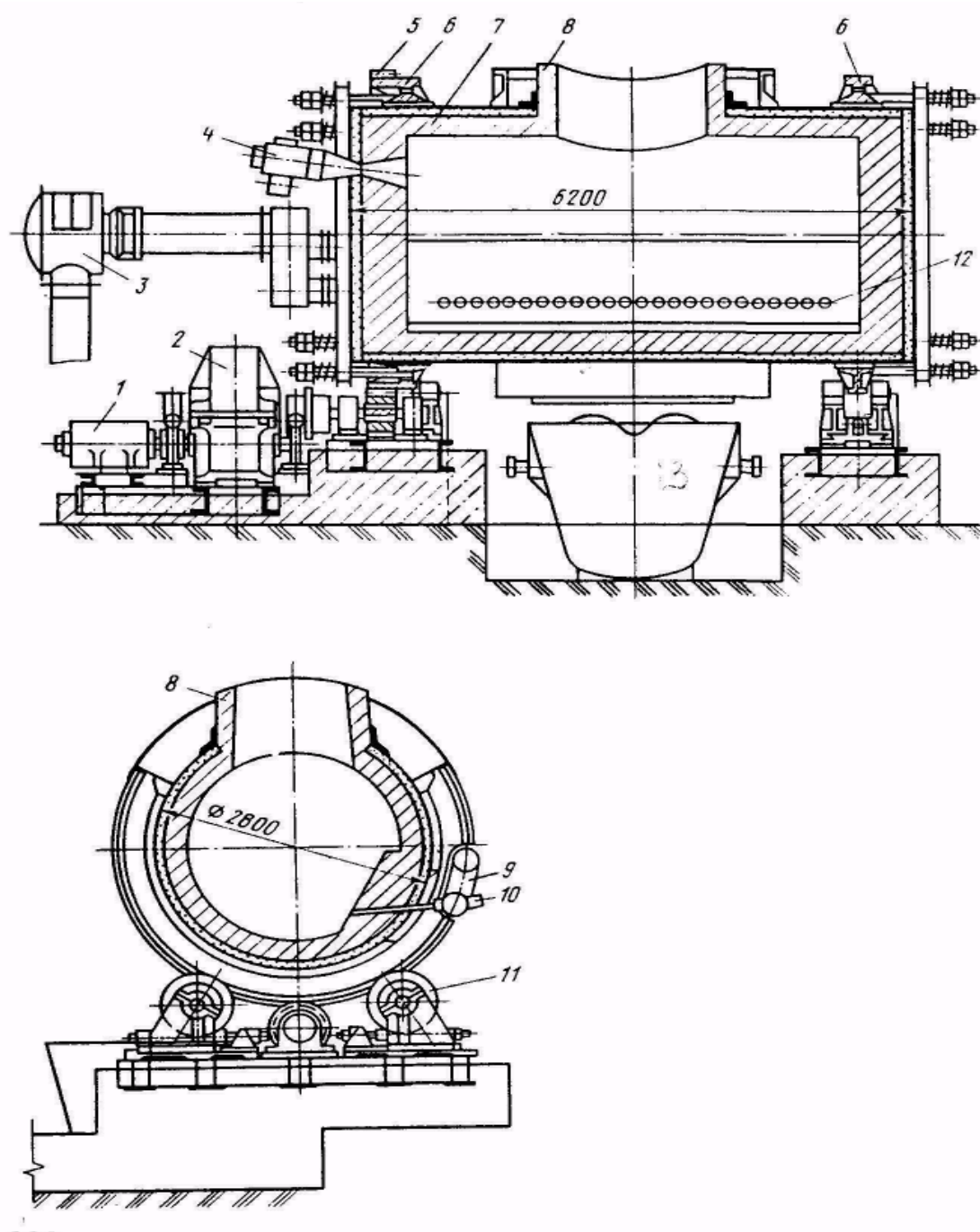
1.15.Mis shteynlarini konverterlash jarayonining amaliyoti

Odatda, eritish pechlarida olingan shteyn tarkibida 24–40% Cu, 24–26% S va 35–45% Fe bor. Shteynlarni konverterlash jarayonining maqsadi – temir va oltingugurtni chiqarib tashlashdir. Jarayon davrida bir qator zararli moddalar ham ajralib chiqadi. Oltin, kumush va boshqa nodir metallar xomaki mis tarkibiga o‘tadi.

Jarayon 1.16-rasmda ko‘rsatilgan maxsus dastgoh – konverterlarda o‘tkaziladi. Konverter tepa qismida bo‘g‘izli teshigi bor, gorizontal quvursimon shakldagi dastgohdir. Agregatning ichki hajmi olovbardosh g‘ishtlar bilan himoya qilingan. Agregatning o‘zi esa po‘lat materialdan tayyorlangan. Konverter o‘zining o‘qi negizida burilish va egilish imkoniyatiga ega. Zamonaviy konverterlarning hajmi, xomaki mis bo‘yicha, 40, 75 va 100 t ni tashkil qiladi. Ularning o‘lchamlari: uzunligi 6,1; 9,15 va 10,76 m va diametrlari 3,66; 4 va 4 m bo‘ladi.

Shteynning suyuq vannasiga havo berish uchun, konverterda furlalar bo‘lib, har bitta furma po‘lat quvurdan tuzilgan. Undan 1,0–1,2·10 Pa ortiqcha bosim bilan havo beriladi. 40 tonnali konverterda 28 dona, 75 tonnaligida esa 43–50 dona furma bor. Katta konverter furmasining diametri 52 mm ni tashkil etadi. Konverterning qoplamasi va ostki qismi 350–460 mm olovbardosh g‘ishtlar bilan himoyalanaadi. Furlali belbog‘da esa futerovkaning eni 475 mm gacha oshiriladi.

Gazlar changtutkichlar orqali qisman sovutilib, changlari ushlanadi. Changtutkichlar cho‘yan yoki po‘lat plitalardan terilganida havo yoki suv bilan sovutiladi. Gazlar changtutkichdan kollektorga tushib, sulfat kislotasi olish uchun yuboriladi. Mis shteynini konverterlash davomida toshqol ajralib chiqadi, uning tarkibiga temir butunlay o‘tadi, oltingugurt esa SO₂ shaklida eritmadan ajralib chiqib, gazzimon holatga o‘tadi.



1.16-rasm. Gorizonttal konverter.

1–elektr quvvati yordamida harakatga keltiruvchi yuritma; 2–reduktor; 3–qoplama uchun mo‘ljallangan uskuna (salnik); 4– yuklash uchun mo‘ljallangan yordamchi qurilma; 5–tishli halqa; 6–tishli halqaning sirpanmasligini ta’minlovchi uskuna; 7–olovbardosh g‘ishtli qoplama; 8–pech bo‘g‘zi; 9–havo purkagich; 10–

zalvorli, ya'ni soqqali klapan; 11–tayanch g'altaklar; 12–purkagich quvurlar; 13–suyuq eritmaga mo'ljallangan cho'mich.

Nazorat savollari

1. Mis shteynlarini konverterlash jarayonining amaliyoti diganda nimani tushunas?
2. Konverterlash pechlarida olingan shteyn tarkibi?
3. Konverterlash texnologiyasi?
4. Konverter furmasining diametri qancha bo'ladi?

1.16. Homaki misni olovli tozalashning nazariy asoslari

Eritish pechlarida olingan shteyn konverterlashdan keyin xomaki mis olinadi. Xomaki misning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'ladi, %:

97,5–99,5 Cu; 0,03–0,35 S; 0,01–0,1Fe; 0,1–0,5Ni; 0,05–0,26 Pb; 0,03–0,3 As; 0,03–0,2 Sb; 0,05 gacha Bi; 0,1 gacha Sn; 0,03 gacha Zn; 0,1 Se va Te; 0,1 O₂; 0,003–0,04 (30–400 g/t) Au; 0,002–0,3 (20–3000g/t) Ag.

Kimyoviy tarkibdan ma'lumki, misdan tashqari asosiy qo'shimchalar oltingugurt, temir, rux, qo'rg'oshin va margimushdir. Kerakli qo'shimchalarga selen, tellur, oltin va kumush kiradi. Demak, bundan ma'lumki, 5 ta kimyoviy elementni, imkon darajasida bir fazaga, ya'ni Su, Se, Te, Au, Ag ni anodli mis tarkibiga, qolgan S, Fe, Ni, Pb, Zn, As, O₂, SiO₂ va boshqa nokerak unsurlarni toshqolga o'tkazib orqaga, ya'ni avvalgi konverter pechiga suyuq holda qaytarish kerak. Shuning uchun ham yuqoridagi ikki guruhga bo'lingan metallarni misdan xoli qilish uchun ham ikki xil tozalash usuli ketma-ket qo'llaniladi:

- 1). Olovli tozalash.
- 2). Elektr toki yordamida elektroliz orqali tozalash.

Har ikki jarayonda ham kerakli metallarning nobud bo'lishiga qisman bo'lsa-da yo'l qo'yiladi. Biroq nobudgarchilik uncha iqtisodiy zarar ko'rsatmaydi. Chunki olovli va elektroliz tozalash paytidagi (anodli toshqol, elektrolit, eritma va shlamlar) ajratib olingan ikkilamchi qo'shimchalar qayta ishlanadi va ulardagi kerakli metallar ajratib olinadi.

Tozalashdan keyingi olingan mahsulot tarkib va sifatligi uchun ham davlat talabiga, ya'ni GOST 859–66 ga to'liq javob berishi kerak. Ushbu talab bo'yicha eng oliy tozalangan, rafinirlangan mis (MOO markasi) tarkibi 99,99 % dan kam bo'lmasligi kerak. Shunday bo'lsa-da, tozalangan mis tarkibidagi 20 ta kimyoviy elementning qo'shimcha yig'indisi 0,01 % dan oshmasligi alohida qayd etiladi. Ulardan 10 ta element, quyidagilar: Bi, Sb, As, Fe, Ni, Pb, Sn, S, O, Zn.

Dunyoda 95 % dan ortiq xomaki mis ikki bosqichli tozalash jarayonidan o'tadi. Bor-yo'g'i 5 % gina xomaki mis faqat olovli tozalashdan so'ng olingan qizil mis sim yoki list holida yoki qotishma holida quyilib, xalq xo'jaligida ishlatiladi.

Iqtisodchilarning hisobiga ko'ra, ikki bosqichli tozalash har qanday sharoitda ham (garchi tarkibida oltin, kumush kam bo'lsa-da yoki elektr toki qimmatga tushsa ham) iqtisodiy samara beradi. Chunki elektrolitik rafinirlash mobaynida qattiq holatdagi anodli mis tarkibidagi oltin, kumush, platina guruhidagi elementlar va nodir metallarni (Se, Te, Bi va boshqalar) to'liq ajratib olish imkoniyati bo'ladi.

Ikki bosqichli tozalashni bir bosqichli jarayonga o'tkazish borasida olimlar olib borgan ayrim tadqiqotlar samarasiz yakunlandi. Chunki olovli tozalashni yo'q qilib, o'rniga elektroliz usuli bilan to'liq tozalash ikki bosqichli tozalashdan ko'ra ko'proq xarajat sarf qildi. Bir bosqichga o'tish borasidagi barcha izlanishlar amaliy ahamiyatga ega bo'lmadi.

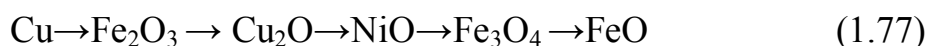
Misni olovli tozalash

Olov yordamida xomaki misni unga yo'ldosh bo'lgan qo'shimchalardan tozalash mis texnologiyasida pirometallurgiya jarayonlarining yakunlovchi bosqichi bo'lib, suyuq holda bir texnologik agregatdan ikkinchisiga cho'mich orqali suyuq holda o'tgan eritma rafinirlashdan so'ng tozalanib, maxsus qoliplarda qattiq holatga, «anod» holiga o'tkaziladi.

Bu jarayonning asl mohiyati mis va undagi qo'shimchalarning kislorodga bo'lgan moyilligidir. Chunki ana shu moyillik erib turgan yuqori haroratdagi birikmalar uchun katta ahamiyatga ega. Buni Gibbs energiyasining tarkib topish ko'rsatkichiga yoki eritmadagi oksidlarning dissotsiatsiya elastikligiga, ya'ni

dissotsiatsiya natijasida hosil bo'ladigan gazlarning shu haroratdagi bosimi, bu bosim esa haroratga qarab o'zgarishiga bog'liqdir.

Agar ma'lum bir haroratda oksidlarning hosil bo'lishi Gibbs energiyasining o'zgarishini kuzatib qarajak, quyidagilarning guvohi bo'lamiz. Pirometallurgiya jarayoni borayotgan yuqori haroratda Su , Ni va Fe oksidlarining barqarorlik darajasi ushbu reaksiya bo'yicha o'zgaradi:



Demak, metallarning kislorodga bo'lgan moyilligi reaksiya natijasida elementlardan kimyoviy birikmalarning hosil bo'lishi Gibbs energiyasining o'zgarishi orqali ifodalanadi.

Ma'lumki, qancha oksid va sulfidlarning hosil bo'lishida Gibbs energiyasining manfiy tomonga kamayishi ko'p bo'lsa, metallarning kislorod va oltingugurtga bo'lgan moyilligi shuncha ko'p bo'ladi. Yoki aksincha, teskarisi ΔG (Gibbs energiyasi) qanchalik musbat ko'rsatkichi yuqori (2, 4, 6 va hokazo) bo'lsa, birikish shuncha zaif, parchalanish yoki oksidlanishi yuqori bo'ladi.

Olovli tozalashning maqsadi – erigan misli eritmadagi qo'shimchalarni misga qaraganda ularning kislorodga moyilligi yuqoriligidan foydalanib (nodir metallar bundan mustasno) oksidlab, anodli toshqol holida agregatdan suyuq holda chiqarib tashlash.

Olovli rafinirlash mis va uning Cu_2O oksidi xususiyatiga asoslangan, ya'ni:

- 1) Su_2O erigan mis tarkibida (12% gacha) yaxshi eriydi;
- 2) Su_2O qo'shimchalarga nisbatan yaxshi oksidlovchilardir;
- 3) deyarli ko'pgina qo'shimchalar oksidlash jarayoni paytida misda erimaydi (qisman erishi mumkin);
- 4) barcha oksidlangan qo'shimchalarni eritmadan ajratib olgach, Su_2O ni oson va tezda ilgarigi metall holiga qaytarish mumkin;

Nazorat savollari

1. Homaki misni olovli tozalashning nazariy asoslari qanday?
2. Misni olovli tozalashdan maqsad?
3. Olovli tozalash qaysi pechda amalga oshiriladi?
4. Olovli pechdan chiqan shlak tarkibida misni miqdori?

1.17. Homaki misni olovli rafinirlash jarayonining amaliyoti va dastgohlari

Misni olovli rafinirlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

suyuq xomaki misni avvaldan yuqori haroratda qizdirilgan (kamida 1050°C gacha) anodli pechga quyish, haroratni kerakli me'yoriga o'tkazish (kamida 1100°C), qo'shimchalarni oksidlash, anodli toshqolni pechdan erigan, suyuq holda to'liq olish, misni avvalgi holatiga qaytarish (achitish), hosil bo'lgan 99,99 % li toza misni qolipga "anod" holida quyib, qattiq holda olish kabi bosqichlardan iboratdir. Yuqorida qayd etilgan 6 ta bosqichli texnologik jarayonni to'liq bajarish kam deganda 12–14 soat, ko'pi bilan 30 soatgacha vaqt mobaynida olib boriladi. Chunki bunda asosiy omillardan biri xomaki misdagi mis va qo'shimchalarning kimyoviy tarkibi, issiqlikning o'zgarishi, agregatning hajmi, quyilishi kerak bo'lgan qoliplarning unumdorligi, qaytaruvchi reagentlarning turi (ko'mir, o'tin, tabiiy gaz, vodorod va hokazo)ga bog'liqdir.

Jarayon asosan $1150\text{--}1170^{\circ}\text{C}$ harorat ostida boradi. Haroratni oshirish bilan biroz unumdorlik ortishi mumkin, biroq bu qaytaruvchi moddaning ko'proq sarf bo'lishiga, erigan birikmada Su_2O ning o'ta ortib ketishiga olib keladi. Shuning uchun ham haroratni mis metalining erish haroratidan $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$ yuqori haroratda olib borish maqsadga muvofiq va eng optimal me'yoriy harorat hisoblanadi.

1.17-rasmda ko'rsatilganidek, olovli tozalash qo'zg'aluvchan aylanma anod pechlarida olib boriladi.

Xomaki misni olovli tozalashdan asosiy maqsad – keyingi jarayon elektrolitik tozalashga yaroqli qattiq holdagi zich anodlar olish va qo'shimcha ikkilamchi metallarni yo'qotishdir. Qo'shimcha metallarning borligi elektroliz

jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Anodlarni xomaki misdan ham qoliplarga quyish mumkin, faqat elektroliz ko'rsatkichlari, zich anodga nisbatan, ancha yaroqsizroqdir.

Xomaki misdagi qo'shimcha metallarni uch guruhga bo'lish mumkin:

- 1) nisbatan oson va to'la ajralib chiqadigan elementlar – Zn, Fe, S;
- 2) qisman ajralib chiqadiganlar – As, Sb, Bi, Ni;
- 3) umuman ajralib chiqmaydiganlar – Au, Ag;



1.17-rasm. Qo'zg'aluvchan anod eritish pechining umumiy ko'rinishi. Unda pechning yon ko'rinishi, chiqayotgan oqova gaz mo'risi, o'ng tomonda esa tabiiy gaz beruvchi yondirgich ko'rsatilgan.

Olovli tozalashda quyidagi jarayonlar olib boriladi:

- 1). xomaki misni pechda eritish (agar pechga suyuq xomaki mis quyilsa, bu tadbir o'tkazilmaydi);
- 2). suyuq xomaki misni havo purkash orqali oksidlantirish. Bu jarayonning maqsadi – qo'shimcha metallarni oksidlantirib, toshqol fazasiga o'tkazishdir. Jarayon yakunida misning ustki qismidan toshqolni albatta chiqarib tashlash kerak. Aks holda, qo'shimcha metallar qaytadan mis tarkibiga o'tishi mumkin;

3). vannasida erigan mis yarimoksidining tiklanish jarayoni;

4). misni anodlar holida qoliplarga quyish.

Suyuq mis eritmasi aro havo o'tganda quyidagi asosiy reaksiya boradi:



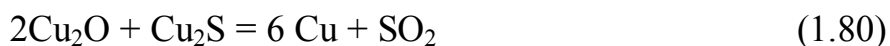
Hosil bo'lgan Cu_2O suyuq mis eritmasida eriydi. Mis yarimoksidining erish qobiliyati haroratga bog'liq va quyidagi ko'rsatkichlarda necha foiz erishi ko'rsatilgan:

$$1100^\circ\text{C} - 0,5 \%; 1150^\circ\text{C} - 8,3 \% \text{ va } 1200^\circ\text{C} - 12,4 \% \quad (1.79)$$

Haroratning bundan yuqori ko'tarilishi erish ko'rsatkichini deyarli oshirmaydi. Amaliyotda oksidlanish jarayoni $1150\text{--}1200^\circ\text{C}$ oralig'ida olib boriladi. Shuning uchun ham suyuq misning kislorod bilan to'yintirilishi 8 % bilan cheklanadi, xolos. Bu raqam suyuq vannada 0,9 % kislorod tarkibiga to'g'ri keladi. Agarda misni qo'shimcha oksidlantirsak, Cu_2O vanna sirtiga suzib chiqib, befoyda bo'ladi va mis bilan toshqolni boyitadi.

Xomaki mis tarkibida 99 % Cu, 0,2 % S, 0,5 % Fe va bir qancha selen, tellur, vismut, surma, margimush, nikel va boshqa metallar bo'lsa, xomaki misga xomashyodagi oltin va kumush deyarli to'liq o'tadi.

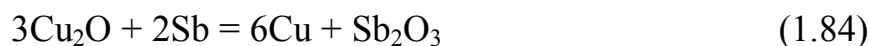
Mis yarim oksidi misda erib, qo'shimcha moddalar bilan o'zaro bog'lanadi. Masalan, mis yarim sulfidiga bog'langan oltingugurt bilan quyidagi reaksiya orqali o'zaro ta'sir etadi:



$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (1.81)$$

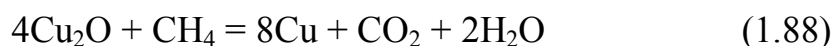
Pechdagi harorat oralig'ida bu reaksiya deyarli to'liq chapdan o'ng tomonga qarab boradi.

Mis yarimoksidi boshqa metallarga nisbatan kislorodga moyilligi yuqori bo'lgani sababli o'zining kislorodini boshqa metallarga berib, ularni oksidlantiradi.



Kimyoviy elementlardan Zn, Pb, Al, Si, Mn, Sn va Fe oson va to'la toshqol birikmasiga o'tadi. Masalan, temirning nazariya bo'yicha qoldiq miqdori (og'irlik bo'yicha) 0,0011 % ni tashkil etadi. Amaliyotda temirning suyuq misdagi miqdori 0,0009 %. Suyuq mis eritmasiga diametri 25–30 mm bo'lgan po'lat quvurli furma orqali $2-2,5 \cdot 10^5$ Pa bosimda havo beriladi. Qo'shimcha elementlarni toshqollash uchun pechga flus, kvarts qumi beriladi. Olovli tozalashda toshqolga qo'shimcha moddalar bilan mis ham bo'lishi mumkin. Toshqoldagi misning miqdori 45 % gacha o'tadi. Bu toshqol aylanuvchi xomashyo hisoblanib, qaytadan konverterga yuklanadi. Jarayonning umumiy davomiyligi qo'shimcha moddalarning miqdoriga bog'liq va 1,5–3,0 soatni tashkil qiladi.

Qo'shimcha moddalarni ajratib chiqarish uchun havo purkalanib, mis kislorod bilan to'yinadi. Misning qaytarib tiklanishi quyidagi reaksiyalar orqali o'tishi mumkin:



Hamma reaksiyalar oson va to'liq o'tadi. Masalan, vodorodli tiklanish 248°C da boshlanib, pechdagi haroratlarda juda ham tez o'tadi. Bu reaksiyaning muvozanat doimiyligi juda ko'p adabiyotlarda batafsil yoritilgan.

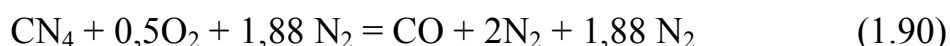
1050°C da Kr ning qiymati $1 \cdot 10^{-4,1}$ ga teng, boshqacha aytganda, bu juda ham kichik raqam. Bundan xulosa shuki, vodorodning miqdori, suv bug'larining miqdoriga nisbatan 10000 marta kamroqdir va vodorod deyarli to'liq reaksiyaga kirishadi.

O‘zbekiston sharoitida tiklash, ya’ni qaytaruvchi sifatida tabiiy gazdan foydalanish afzalroqdir. Jarayon davrida (1.88-reaksiya) ajralib chiqayotgan vodorod ham tiklanish reaksiyasida qatnashadi. Faqat shuni esda tutish kerakki, qaytaruvchi tabiiy gaz yuqori haroratda parchalanadi,

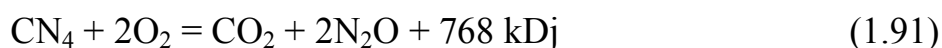


va uning o‘zlashtirish darajasi aytarli yuqori emas.

Jarayon mobaynida konversiyalangan gazdan foydalanish yuqoriroq ko‘rsatkichlarga olib kelishi mumkin. Konversiyaning asosiy reaksiyasi:



Konversiya 900–1000⁰C oralig‘ida o‘tkaziladi. Jarayon uchun kerak bo‘lgan metanning qisman yonishi natijasida ushbu reaksiya boradi:



Qaytarilish jarayonining davomiyligi misdagi kislorod miqdoriga bog‘liq va 2,5–3 soat mobaynida boradi.

Olovli tozalash ayrim hollarda statsionar yallig‘ qaytaruvchi eritish pechlarida ham o‘tkaziladi. Faqat bu yallig‘ qaytaruvchi eritish pechlarining o‘lchamlari kichikroq bo‘lib, yoqilg‘i yondirish uchun forkamerali va yon tomonlari tuynuklidir. Pech uzluksiz emas, vaqti-vaqti bilan davriy tartibda ishlaydi. Odatda, bir sutkada bitta tozalash jarayoni o‘tkaziladi. Pechning ishlab chiqarish unumdorligi uning eritish hajmiga bog‘liqdir va 50 – 400 t ni tashkil qiladi. Odatda, zamonaviy pechlarning hajmi 100–250 t bo‘ladi. Yoqilg‘ining sarfi (misning og‘irligiga nisbatan), %: mazut 7,9; ko‘mir 12,3 atrofida bo‘ladi.

Statsionar yallig‘ qaytaruvchi eritish pechida issiqlik taqsimlanishi quyidagicha:

- pech haroratini o‘z me‘yorida ushlab turish uchun 41,9–46,9 %;
- bug‘ olish uchun qozon-sovutkich agregatiga 36,6 – 40,2 %;
- turli yo‘qotish va boshqa yaroqsiz mahsulotlar uchun 21,5–14,4 %.

Tozalangan misning jarayon mahsulotlari bo‘yicha taqsimlanishi quyidagicha:

yaroqli mis anodlar tarkibiga 97,0 % o‘tadi;

turli yaroqsiz mahsulotlarga 0,45 %;

skrapga 1,16 %;

toshqolga 1,14 %;

gaz va turli uchirmalarga 0,25 % mis o‘tishi mumkin.

Tozalangan misni 1.18-rasmda ko‘rsatilganidek, aylanuvchi gorizontal mashinalardagi qoliplarga suyuq holda anodlar quyiladi.

1.18-rasm. Anod pechi yoniga o‘rnatilgan bo‘lib, suyuq eritmani aylanma “karusel” qolip orqali quyish agregati.



Pechning

hajmi 200–250 t bo‘lsa, quyish mashinasining ishlab chiqish unumdorligi bir soatda 40 t tashkil qiladi va quyish davri 5–6 soatga cho‘ziladi.

1.19-rasmda qoliplarga quyib qattiq holda olingan anodli mis ko‘rsatilgan. Bo‘yi 1 m gacha, og‘irligi esa 350 kg gacha bo‘lgan ushbu mis qotishmasining tarkibida 99,8 % gacha mis bo‘ladi.



1.19-rasm. Anod pechidan olingan qattiq holdagi misli anod qotishmasining umumiy ko‘rinishi.

Nazorat savollari

- 1. Homaki misni olovli rafinirlash maqsadi?*
- 2. Anod pechining konstruksiyasi?*
- 3. Anod misning xajmi qancha?*
- 4. Anod misda misi miqdori?*

1.18. Misni elektrolitik rafinirlash jarayonining nazariy asoslari.

Jarayonning kimyosi

Elektrolitik tozalashning asosiy maqsadi toza, yuqori sifatli mis va yarim mahsulot (shlam) olishdir. Shlamga oltin, kumush, selen va tellur to‘planadi. Bu jarayonni amalga oshirish uchun anoddagi mis doimiy elektr toki yordamida eritiladi va shu davrda erkin mis kislotali eritma orqali katodga o‘tkaziladi. Erituvchi modda sifatida sulfat kislotasi ishlatiladi. Asosiy dastgoh sifatida

elektrolitik vanna ishlatiladi, u temir betondan yasalgan kesimi to‘g‘ri burchakli dastgohdir. Elektroliz vanna elektrolit quyadigan quvur nov va elektr toki bilan ta‘minlaydigan shinalar bilan jihozlangan. Vannaning ichki sirti qattiq plastmassadan yoki qo‘rg‘oshin bilan izolatsiya qilingan bo‘ladi, chunki eritma tarkibida sulfat kislotasi bor.

Elektroliz o‘tadigan muhit– elektrolitik quyidagi tarkibga ega: 135–200 g/l H_2SO_4 va 170–200 g/l mis kuporosi – $SuSO_4 \cdot H_2O$ ($35-50/Cu^{2+}$ ionlariga to‘g‘ri keladi).

Anod pechidan qoliplarga quyib olingan tayyor mahsulot 1.20-rasmda tasvirlanganidek, vagonchalarga taxlanib, temiryo‘l izi orqali elektroliz sexiga eritmada qayta ishlash uchun jo‘natiladi.



1.20-rasm. Qattiq holdagi anodlar vagonchalarga taxlanib, elektrolitik usul bilan qayta tozalash uchun elektroliz sexiga jo‘natilmoqda.

Nazorat savollari

1. Vannaning ichki sirti nimalarda tayorlangan bo'ladi?
2. Elektrolitik tozalashning asosiy maqsadi?
3. Elektroliz o'tadigan muhit texnologiyasi?
4. Katod mis nima?

1.19. Mis elektroliz ko'rsatgichlari. Anod misni elektrolitik rafinirlashning amaliyoti va dastgohlari

Kimyoviy modda sifatida qattiq plastmassani ishlatish ancha afzalroqdir. Qattiq plastmassa tok o'tkazmaydi va tokning isrofgarchiligi kamayadi hamda foydalanish koeffitsiyenti ortadi. Qattiq plastmassaning kamchiligi—u mo'rt, sinuvchan va mexanik ta'sirda tezda ishdan chiqishi mumkin. Qattiq plastmassali qoplama qo'rg'oshinga nisbatan kamroq ishlaydi. Lekin qo'rg'oshinning qimmatligini hisobga olganda qattiq plastmassa keng ishlatiladi. Xorijiy davlatlarda qattiq plastmassani rad etib, qo'rg'oshindan foydalanishga o'tilmoqda. Qo'rg'oshinning ishlash davrini oshirish uchun uning tarkibiga 3–6 % Sb va 0,0006 % Su qo'shiladi. Kanada zavodlarining birida bunday kimyoviy material 28 yil uzluksiz ishlaganligi olimlar tomonidan e'tirof etilgan.

Anod sifatida sof misdan tayyorlangan plastina ishlatiladi. Anodning eni 0,96 m, bo'yi o'rtacha 1 m, qalinligi 35–45 mm, og'irligi 270–350 kg ni tashkil etadi. Katod sifatida toza misdan yasalgan ensiz plastina ishlatiladi. Katodning o'lchamlari anodnikiga nisbatan kattaroqdir. Bu elektr tokining katod sirtida bir tekis taqsimlanishi uchun qilinadi. Bu tadbir natijasida katodning chegara qismlarida har xil o'sish va dendritlar paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaydi.

Vannaga anod va katodlar navbat bilan maxsus ilgichlar orqali osiladi. Anod va katodlar elektr zanjiriga parallel sxemada ulanadi. 7.5-rasmda temirbetonli vanna va anod, katodlarning vanna ichida maxsus ilgichlar orqali osilib turishining umumiy ko'rinishi va qirqimi tasvirlangan. Temirbetonli vannada anod va katodlar uning ichida maxsus ilgichlar orqali osib qo'yiladi.

Vannaning kattaligi anod, katodlar soni va ularning masofasiga bog'liqdir. Agarda vannada 34 anod va 35 katod bo'lsa, vannaning ishchi o'lchamlari taxminan 4000x1000x1200 mm ni tashkil qiladi.

Vannaning kattaligini tanlash elektrodlararo masofani aniqlaydi. Amaliyotda oqilona deb topilgan bir xil elektrodlaromasofa 100–110 mm.

Agar masofa 100 mm bo'lsa, anod va katodning orasi 28 mm ga teng bo'ladi. Bu masofa elektrodning qisqa tutashuviga yo'l qo'ymaslik uchun eng minimal me'yoriy o'lchamdir.

Elektroliz vannalari doimiy elektr toki bilan ta'minlanadi. Sanoatda elektr tokini doimiy shaklga o'tkazish uchun kremniyli to'g'rilagichlar ishlatiladi. Ularda tokdan foydalanish koeffitsiyenti 98–99% ni tashkil qiladi. To'g'rilagichning ishchi kuchlanishi 250–300 V atrofida bo'ladi.

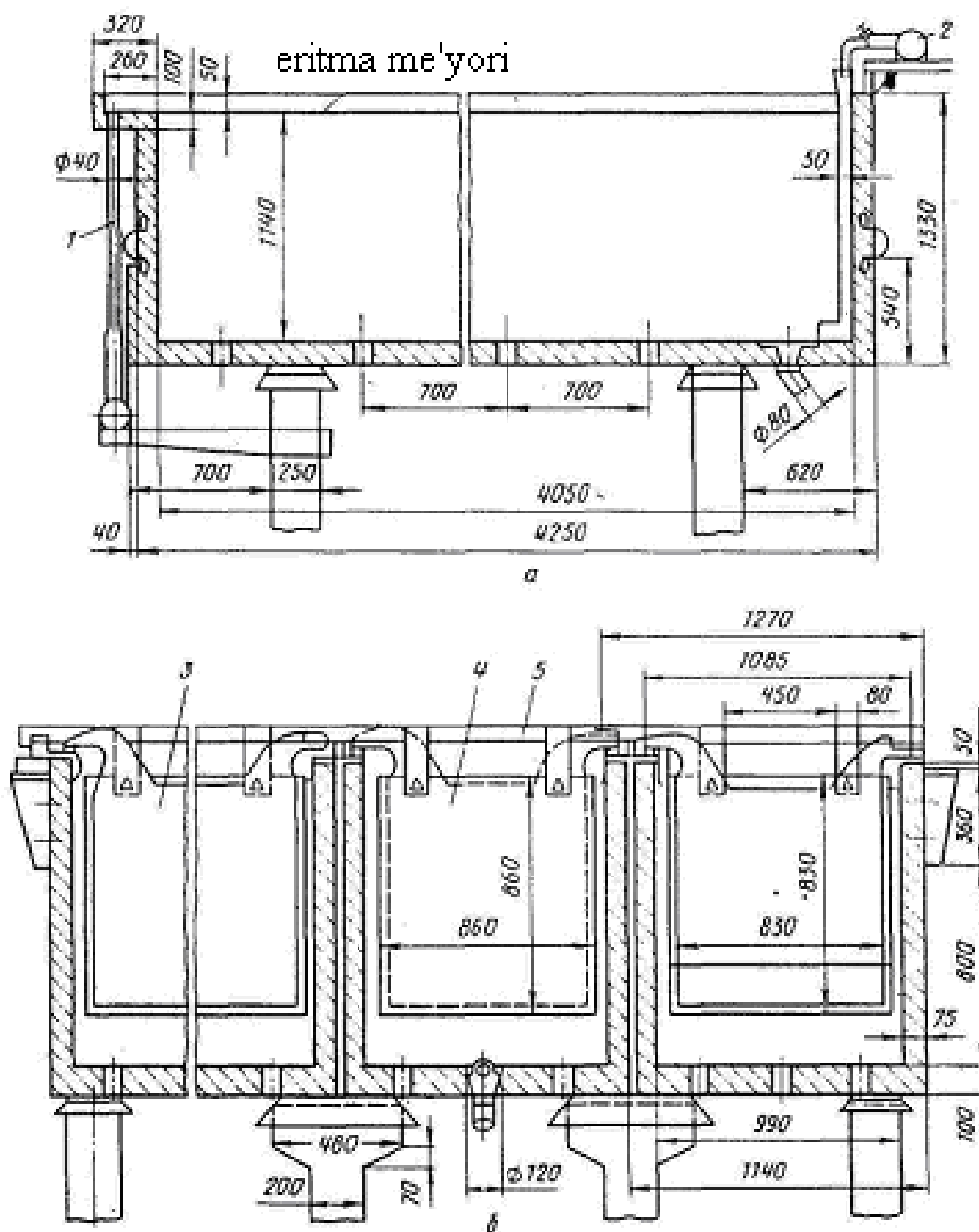
Mis elektroliz sexida vannalar seriyalar va qatorlar shaklida o'rnatiladi. Agarda o'rtacha 1780 dona vanna bo'lsa, 290 vannadan 6 qator yoki 220 vannadan terilgan 8 qator bo'lishi mumkin. Seriyalar vannalarni tok bilan ta'minlashni hisobga olgan holda ketma-ket o'rnatiladi. Talab qilingan tok kuchini ta'minlash maqsadida vannalar qatori elektr zanjiriga birin-ketin bog'lanadi.

Agarda tok to'g'rilagichdan chiqayotgan tokning kuchlanishi 240 V bo'lsa, vannadagi kuchlanish 0,3 V ga teng bo'ladi, bu holatda bitta to'g'irlagichdan ta'minlanayotgan vannalarning soni quyidagicha topiladi:

$$240 : 0,30 = 800 \text{ vanna.}$$

Jarayonning oqilona boshqarilishi vannadagi kuchlanishning pasayishiga imkon yaratadi. Ayrim zavodlarda vannadagi kuchlanish 0,2–0,025 Vni tashkil qiladi. Agarda vannadagi kuchlanish 0,25 V bo'lsa, unda bitta seriyadagi vannalarning soni

$$250 : 0,25 = 960 \text{ ni tashkil qiladi.}$$



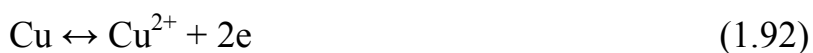
1.21-rasm. Temirbetondan yasalgan vannaning yon (a) va old (b) tomondan qirqimi.

1. Elektrolitni to‘kish uchun mo‘jallangan o‘yiq; 2. Elektrolitni quyish uchun mo‘ljallangan nov; 3. Anod; 4. Katod; 5. Katodni osish uchun mo‘ljallangan temir tirgak.

Elektroliz jarayonidamisningta’siri

Agar elektrolit eritmasiga tushirilgan tokuzatkich orqali mis anodiga musbat tok berilsa, katodga esa manfiy zaryad bog‘lansa, elektr zanjiri tutashadi va elektrolit hajmidan tok o‘tadi. Bunda anodda quyidagi jarayonlar yuz beradi:

1) metall ionining anoddan ajralib chiqib, ortiqcha elektronni tashqi zanjirga o'tishi kechadi:



2) $\text{SuH}_2\text{O}^{2+}$ kationining gidratatsiyasi (metall ionining eritmada suv molekulasi bilan bog'lanishi);

3) kationning eritmaga o'tishi.

Katod jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1) Kationning eritma hajmidan katod yuziga o'tishi;

2) Kationning elektron yordamida tiklanishi:



3) Metall atomining katod kristallik tuzilishiga qo'shilishi.

Bunday sxemada mis anoddan erib, katod listiga yopishadi va katod eni o'sib boradi. Suratda ko'rsatilganidek (1.22-rasm), toza olingan 99,99% li misli katod tasmalar orqali bog'lanib, sotuvga chiqariladi.



1.22-rasm. Sotuvga tayyorlangan 99,99% li misli katod.

Jarayon davrida elektr quvvati elektrolitning shina va kontaktlari qarshiligini bartaraf qilish uchun sarflanadi. Faradey qonuniga binoan, katodga o'tadigan metalning gramm-ekvivalenti zanjirdan o'tadigan elektr tokiga bog'liqdir. Bir gramm-ekvivalent metalni o'tkazishga 96500 Kulon elektr toki sarflanadi yoki $96500 : 3600 = 26,8$ A-soat.

Katodda 1A-soat tok yordamida o'tkaziladigan metall massa shu metalning elektr kimyoviy ekvivalenti deb ataladi.

Eritmadan 1A soat elektr toki o'tsa, katodda $31,78:26,8 = 1,186$ g mis yopishadi. Gramm ekvivalent deb grammda o'lchangan metall atom massasining valentligiga bo'linganligiga aytiladi. Masalan, ikki valentli misning gramm-ekvivalenti quyidagiga teng: $63,56:2=31,78$ g.

Amaliyotda katodda o'tiradigan metalning massasi ushbu ko'rsatilgan raqamdan kamroqdir. Amaliy metall massasining nazariy olish mumkin bo'lgan massasiga nisbati har doim birdan kam bo'ladi va foiz orqali belgilanadi. Bu nisbiylik tokdan chiqish deb aytiladi.

Metallik mis mavjudligida, mis sulfat eritmasida ikki va bir valentli mis oralig'ida muvozanat bo'ladi:



Anodda bir valentli misning paydo bo'lishi tokdan chiqishni ko'paytiradi, chunki misning elektrokimyoviy ekvivalenti 2,374 g ga teng va ikki valentli misning ekvivalentidan ikki marta ko'proqdir. Afsuski, bir valentli mis eritmada mustahkam emas va quyidagicha ajraladi:

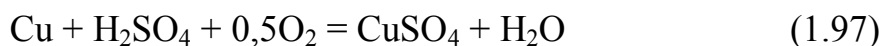


Bu reaksiyaning o'zgarmas doimiysi quyidagicha:

$$K = [\text{Cu}^+]^2 / [\text{Cu}^{2+}] = 0,62 \cdot 10^{-6} \quad (1.96)$$

Boshqa soʻz bilan aytganda, bir valentli misning miqdori ikki valentli mis miqdoriga nisbatan taxminan 60000 marta kamroqdir.

Nordon eritmalarda misning bevosita erish jarayoni ham boradi:



Bevosita misning erishi elektrolitning sirtiga oʻtadi, chunki u yerda sistema atmosferada kislorod bilan kontaktda boʻladi. Bu jarayon elektrolitni ortiqcha misni boyitishga olib keladi va maxsus choralar bilan normal holatga olib kelinadi.

Misni elektrolitik tozalashda anodning yuzi atrofida mayda mis kukuni ajralib chiqishi kutiladi. Bu jarayon (7.16) reaksiyaningborishi natijasida kuzatiladi. Amaliyotda vannadagi misning soni 2 % ni tashkil qiladi. Anoddan katodga mis yarim sulfidi va yarim oksidi ham oʻtmasdan choʻkma fazasiga oʻtadi. Bu choʻkmalar nodir metallar bilan shlam fazasini tashkil qiladi.

Elektroliz jarayoni koʻrsatkichlariga texnologik omillarning taʼsiri

Mis elektrolizida elektr quvvatining sarfi tokning chiqishi va vannadagi kuchlanishiga bogʻliq. Voltda oʻlchanadigan vannadagi kuchlanish quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$U = J(R_1 + R_2) \quad (1.98)$$

bunda: J – tokning kuchi, a;

R_1 – eritma qarshiligi, Om;

R_2 – tokda uchraydigan qarshiliklar (shina, kontakt va boshqalar).

Tok kuchi J tok zichligiga (I) bogʻliqdir. Tok zichligi – bu 1 m katod yuziga toʻgʻri keladigan tokning kuchidir. I yuqori boʻlsa, shuncha katodning yuzi oʻzgarmagan holda, tokning kuchi koʻp (J) boʻladi.

R_1 – eritmaning qarshiligiga taʼsir qiladi:

1) anod va katodning joylashgan masofasi.

Bu masofa qancha kam bo'lsa, shuncha R_1 kam bo'ladi va U ning qiymati past bo'ladi. Agar masofani kamaytirsa, qisqa tutashuv imkoniyati paydo bo'ladi va tokdan chiqish qiymati kamayadi;

2) eritmaning tarkibi qancha nordonroq bo'lsa, unda shuncha vodorod ko'p bo'ladi va eritmaning qarshiligi kamayadi va vannadagi kuchlanish pasayadi.

3) eritmaning harorati. Harorat qancha yuqori bo'lsa, zarralarning harakatchanligi shuncha yuqori bo'ladi, eritmaning qarshiligi va vannadagi kuchlanishlar past bo'ladi.

Sulfat kislotaning qarshiligi, taxminan, mis sulfati qarshiligidan 10 marta kamroqdir. Shuning uchun nordon eritmalarning qarshiligi ancha pastroq. Faqat shuni inobatga olish kerakki, sulfat kislotaning miqdori qancha ko'p bo'lsa, mis sulfatining erish qobiliyati shuncha kam bo'ladi. Bu solvatatsiya effekti deb aytiladi. Shuning uchun zamonaviy zavodlarda eritmada 35–40 g/l Cu (175–200 g/l $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$) ushlab turiladi. Agar misning miqdori bundan kamayib ketsa, katod yuzi oldida mis bilan birga boshqa kationlar ham katodga o'tirib, uning sifatini pasaytiradi va elektr tokining befoyda sarflanishiga olib keladi.

Eritma harorati 45–60°C oralig'ida bo'ladi. 25°C dagi eritmaning qarshiligiga nisbatan, 50–55°C da qarshilik taxminan 2 marta kam va vannadagi kuchlanish ham shuncha kam. Faqat yuqori harorat uning intensiv bug'lanishiga, atrof-muhitni zaharlashiga olib kelishi mumkin. Bug'lanish qancha ko'pligini quyidagi misolda ko'rish mumkin.

Agar mis elektroliz sexida 1000 ta vanna bo'lsa va har bir vannaning eritma yuzi 5 m² bo'lsa, unda 60°C da bir soatda 30 t suv bug'lanadi.

Qarshilik R ning qiymatini kamaytirish uchun toza shinalar va kontaktlardan foydalanish kerak. Amaliyotda vannadagi kuchlanish 0,25–0,30 V atrofida ushlab turiladi. Ushbu ko'rsatkich kichik bo'lsa, shuncha, ya'ni 1 t misga kamroq elektr quvvati sarflanadi.

Mis elektrolizida elektr quvvatining sarflanishini Faradey qonuniga binoan quyidagicha hisoblash mumkin: 1A-soatda katodga 1,186 g mis o'tkaziladi. Agar

vannadagi kuchlanish 0,25 V ga teng bo'lsa, 1 g misni o'tkazishga nazariya bo'yicha sarflanadigan elektr quvvati:

$$W = U/1,186 = 0,25 \cdot 1/1,186 = 0,210 \text{ Vt-soat yoki 1 t misga} \\ 0,210 + 1000 \cdot 1000 / 1000 = 210 \text{ kv-t.s.}$$

Agar tokning chiqish darajasi 95 % bo'lsa, 1 t katodli mis o'tkazishga sarflanadi:

$$210 : 0,95 = 222 \text{ kv-t.s.}$$

Amaliyotda 1 t katodli mis olishga 230–300 kv-t.s elektr quvvati sarflanadi.

Oxirgi paytlarda vannalarga 14000–15000 A tok kuchi beriladi, bunday katta kuch elektrodning soni, ularning o'lchamlari va tok zichligini orttirish orqali olib boriladi.

Mis elektroliz jarayonida tok zichligi 200–270 a/m² ni tashkil qiladi. Tok zichligini quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin:

$$I = J/n 2S \quad (1.99)$$

bunda: I – tok zichligi, a/m²;

J – tok kuchi (vannadagi yuklama), a;

n – vannadagi katodlar soni;

S – katod yuzining maydoni, m².

Agar J = 14000 a, n=35:S = 0,9 · 0,9 = 0,81 m², bo'lsa I= 14000: 35 · 2· 0,81) = 247 a/m².

Vannadagi tok kuchi aniq bo'lsa, vannaning ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$R = J a\delta \cdot 22/100 \cdot 1000(7.20)$$

Bunda: a – misning elektrokimyoviy ekvivalenti, 1,186 g;

δ – tokning chiqishi;

22 – vannaning bir sutkada ishlash soati.

Vannadagi tok kuchi 14000 A, tokning chiqish unumdorligi quyidagicha bo‘ladi:

$$R = 14000 \cdot 1,186 + 96 \cdot 22/100 \cdot 1000 = 352 \text{ kg.}$$

Katodli mis bo‘yicha sexning ishlab chiqish hajmi 200000 t bo‘lsa, sexda o‘rnatiladigan vannalarning soni:

$$N = 200\,000 / 365 \cdot 352 = 1750 \text{ vanna bo‘ladi.}$$

Bunda: 365 – bir yildagi kunlar soni;

1,1–10 % –vannalarning ta‘mirda bo‘luvchi kunlarini hisobga oluvchi ko‘rsatkich.

Haroratning ta‘siri

Elektrolitning harorati qancha yuqori bo‘lsa, uning qarshiligi shuncha kam bo‘ladi. Lekin eritmani qizdirishga katta hajmda bug‘ sarflanadi, anodlarning korroziyasi ko‘payadi, vannadan bug‘lanish ortib boradi. Amaliyotda elektrolitning harorati 50–60⁰C oraliqda ushlab turiladi.

Kerak bo‘lgan issiqlikning bir qismi elektr toki o‘tayotgan davrda elektrolitning qarshiligi orqali olinadi. Issiqlikning soni quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 0,239 J^2 R\tau, Dj. \quad (1.100)$$

Bunda: Q– issiqlik soni, Dj;

J – tok kuchi, A;

R – elektrolit qarshiligi, Om;

τ – tok o‘tish davomiyligi, sek.

Nazariya va amaliyot shuni ko'rsatadiki, agar tok zichligi 380 a/m^2 va sexning harorati 20°C bo'lsa, elektrolitning harorati tashqaridan issiqlik sarflangan holda, 55°C ni tashkil qiladi. Amaliyotda faqat bunday yuqori tok zichligi qo'llanilmaydi. Shuning uchun elektrolitni qizitish uchun bug' ishlatiladi. Bug' sarfi 1 tonna misga 1 tonnani tashkil qiladi.

Elektroliz jarayonida eritmaga har xil kolloid moddalarni qo'shish natijasida cho'kmaning sifati yaxshilanadi. Kolloid qo'shimchalari sifatida sovun, yelim, jelatin, solidol va boshqa moddalar ishlatilishi mumkin. Qo'shimchalarning sarfi 1 m katodli misga 10–40 gramni tashkil qiladi.

Anodning tarkibida misdan tashqari bir necha metallar bo'ladi. Jarayon davrida bu metallar mahsulotlar bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi.

Jadval-1.7

Taqsimlanish ko'rsatkichlari quyidagicha, %:

	Cu	Au	Ag	Se-Te	Pb	Ni	As
Katod	98	1–1,5	2–3	1–2	1–5	15	20
Eritma	1,93						
Shlam	0,07	98,5–99	97–98	98–99	95–99	10	20

Shlamning taxminiy tarkibi quyidagilardan iborat, %: Cu 10–25; Ag 5–53; Au 0,05–5; Pb 0,5–12; Se 2–24; Te 0,3–12; Bi 0,0–7,0; Sb 0,2–30; As 0,1–5,0.

Shlamlarda qimmatbaho nodir metallar borligi ularni alohida qayta ishlashni talab qiladi.

Nazorat savollari

1. Anod va katodning joylashgan masofasi qancha?
2. Elektroliz jarayoni ko'rsatkichlariga texnologik omillarning ta'siri?
3. Shlamning taxminiy tarkibi qanday?
4. Shlamlarda qimmatbaho nodir metallar miqdori?

2 BOB. NIKEL VA KOBALT ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

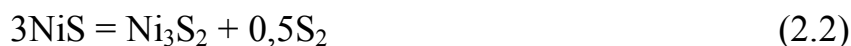
2.1. Nikel olish texnologiyasi va xom ashyo zaxiralari. Sulfidli nikel rudalarni qayta ishlash usullari

Nikel oq rangli metall, atom massasi 58,69, erish harorati 1455⁰C, zichligi 8,8 g/sm³. Nikel boshqa metallardan pishiqlik va yuqori plastik xususiyatlari bilan ajralib turadi. Nikel po‘latning xususiyatlarini yaxshilaydigan elementlarga kiradi. Uning yaxshi xususiyatlaridan biri kimyoviy inertligidir. Sulfat, uksus va bir qancha boshqa kislotalar unga ta‘sir qilmaydi. Oddiy haroratlarda nikel oksidlanmaydi. Oksidlanish 500⁰C dan yuqori haroratlarda boshlanadi.

Nikel oksidi quyidagicha ajraladi:



Nikel oltingugurtga nisbatan yuqori tortishish kuchiga ega. Uning past sulfidi Ni₃S₂ erish harorati 788⁰C bo‘lib, turg‘un birikmalar guruhiga kiradi. Nikelning ikkinchi oltingugurt bilan birikmasi NiS yuqori haroratlarda ajraladi:



Dunyo amaliyotida 70 % nikel sulfidli mis-nikel rudalaridan olinadi. Oksidlangan nikel rudalari AQSH, Yaponiya, Kuba va boshqa davlatlarda qayta ishlanadi. Bir yilda taxminan 1mln. tonnaga yaqin nikel ishlab chiqariladi. O‘zbekistonda mustaqil nikel zaxiralari hali topilgani yo‘q. Oz miqdorda nikel Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinatining rudalarida va boshqa xomashyo, yarim mahsulotlarda qisman nikel birikmalari bor, lekin alohida ajratib olinmaydi. Zarur bo‘lgan nikel horijiy davlatlardan import qilinadi.

Oksidlangan nikel rudalarining tavsifi

Rudalarda nikel gohan oksid holida uchraydi. Bunday hollarda oltingugurt deyarli uchramaydi. Ruda tashqi ko‘rinishidan oddiy tuproqqa o‘xshaydi. Ruda

o‘ziga suvni yaxshi o‘zlashtiradi. Shuning uchun uning namligi 15–40 % ni tashkil qiladi. Oksidlangan nikel rudalari tabiiy o‘zgarishlar natijasida paydo bo‘lgan va ikkilamchi zaxiralar hisoblanadi. Oksidlangan nikel rudalari xorij davlatlaridan Rossiya, Qozog‘iston, Ukraina, Kuba, Indoneziya, Braziliya va boshqa davlatlarda uchraydi.

Oksidlangan rudalarda nikel, asosan, buzenit (NiO) va garnierit (Ni, Mg) $\text{SiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ minerallari shaklida uchraydi. Nikel rudasida, ko‘pincha, kobalt ham uchraydi. Uning miqdori nikelga nisbatan 15–25 marta kamroqdir. Rudalarning yo‘ldosh minerallari asosan loy (kaolinit) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, temir birikmasi $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, kvarts va ohaklar bilan uchraydi.

Oksidlangan nikel rudalarida sulfidli materiallar, nodir va kamyob metallar uchramaydi. Bu ko‘rsatkich bilan oksidlangan rudalar sulfidli mis nikelli rudalar tarkibidan tubdan farq qiladi.

Sulfidli nikel rudalarining tavsifi

Sulfidli nikel rudalari kompleks xomashyodir. Ularning tarkibida ko‘p miqdorda mis bor, shuning uchun bu rudalar mis-nikelli rudalar deyiladi. Bundan tashqari, rudalarda kobalt, platina, selen, tellur va boshqa metallar bor. Ayrim rudalarni 90–92 % foydali metallar (Fe, Ni, Su, Co) tashkil qiladi. Qolgan ikkilamchi oksidlari esa (SiO , MgO , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SaO}$) faqat 10–8 % turli hokazo elementlar qoladi, xolos.

Asosiy mis-nikelli rudadagi minerallar quyidagilar: pentlandit $(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$, mis xalkopirit (SuFeS_2) va xalkozin (Su_2S) bilan keltiriladi.

Sulfidli mis-nikelli rudalarning asosiy minerallaridan biri pirrotin Fe_7S_8 . Tog‘ jinsi asosan oksidlardan tuzilgan, ularning miqdorini quyidagilar tashkil etadi, %: 40–50 SiO_2 , 10–25 Mg; 15–20 Al_2O_3 , 10 CaO.

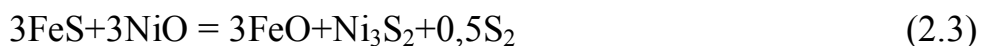
Namunaviy mis-nikel rudasining o‘rtacha tarkibi quyidagicha, %: Ni 5,6; Cu 1,8; Co 0,16; S 28; Fe 45; SiO 10; Al_2O_3 6,9; MgO 1,4; CaO 1,2.

Oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash

Oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlashning asosiy qiyinchiligi – nikel metalini temirdan ajratib olish, qaytarish jarayonini qo‘llab, temirni toshqolga o‘tkazishdir. Bunda faqat temirning bir qismi ajralib chiqadi, asosiy hajmi esa temir-nikel qotishmasiga o‘tadi, nikelni erkin holatda olish qiyindir.

Hozirgi paytda oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash texnologiyasi – shteynga eritishdir. Bu jarayon temir va nikelning kislorod hamda oltingugurtga turlicha moyilligi asos qilib olingan.

Nikel sulfidlanib, shteyn fazasiga o‘tkaziladi. Shteyn o‘zi bilan ikkita sulfid Ni_3S_2 va FeS tashkil qiladi. Temirning asosiy qismi toshqol bilan ajratiladi:



Oksidlangan ruda tarkibida oltingugurt yo‘q, shuning uchun unga qo‘shimcha kiritish kerak. Buning uchun shixtaga pirit yoki gips qo‘shiladi.

Qizdirilishda gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) o‘zining konstruksion namligini yo‘qotadi va keyin qaytaruvchi modda bilan reaksiyaga kiradi:



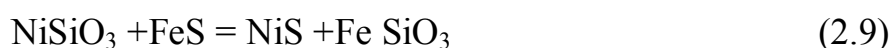
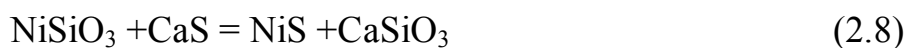
Gips o‘z namligini yo‘qotish bilan bir paytda parchalanishi ham mumkin:



Agarda gipsning o‘rniga pirit qo‘shilsa, birinchi davrda u ajraladi:



FeS , CaS bilan bir qatorda nikel sulfidlari reaksiyaga kiradi:



CaS temirni hamsulfidlaydi:

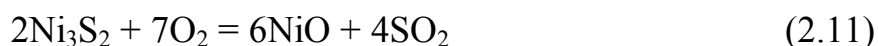


Gips piritga nisbatan arzonroqdir va temirli toshqol hosil qilmaydi, shuning uchun ham uni ishlatish afzalroqdir.

Gips yoki pirit bilan eritilgan nikelli shteyn 60 % temirni o'z miqdoriga kiritadi. Temirli shteynni konverterda qayta ishlash davrida temir alohida ajratiladi.

Konvertorlash davrida temir tanlab oksidlanadi va qo'shimcha berilgan kvarts bilan toshqol fazasiga o'tadi. Temirdan ajralgan nikelli shteyn faynshteyn deb ataladi. Bu nikelni oq shteyn deb nomlash ham mumkin.

Oq shteyn keyingi bosqichda kuydiriladi:



Nikelning oksidi tiklovchi modda bilan aralashtirilib, elektr pechida 1500⁰C da eritiladi va erkin suyuq nikel olinadi.

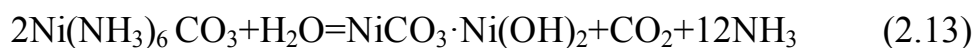
Konverter toshqoli nikelga boy aylanuvchi modda hisoblanib, qaytadan eritish pechiga yuklanadi.

Gidrometallurgik usul

Gidrometallurgik usul o'z vaqtida Kuba usuli deb nomlangan. Bu usulda yanchilgan ruda qaytarish jarayoniga yuboriladi: 600 –700⁰C nikel va kobalt metall holatigacha, temir esa faqat FeO shaklgacha tiklanadi. Keyin ruda ammiak bilan eritiladi.



Eritma tozalangach, u issiq bug' yordamida qayta ishlanadi:



Choʻkmani kuydirib, nikel oksidi (NiO) olinadi, gazlarning tarkibida NH₃ va CO₂ boʻlganligi sababli, ular tanlab eritishga qaytadan yuboriladi. NiO esa erkin holatigacha tiklanadi yoki shunday holatda poʻlat eritish zavodlariga qoʻshimcha xomashyo sifatida joʻnatiladi.

Sulfidli nikel rudalarini qayta ishlash

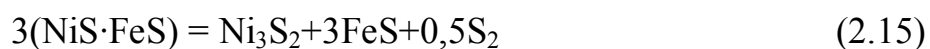
Garchi gidrometallurgik usullar ham maʼlum boʻlsada, asosan, sulfidli mis-nikel rudalari pirometallurgiya usuli bilan qayta ishlanadi. Shunday ekan, bu usul haqida batafsil fikr yuritiladi.

Pirometallurgik usul

Agar rudalarda mis va nikelning yigʻindisi 4–5 % dan koʻp boʻlsa, bu boy xomashyo hisoblanib, ularni bevosita qayta ishlash uchun jarayonga yuboriladi. Tarkibida nikel va misi kam boʻlgan rudalar magnit usuli yoki flotatsiya yoʻli bilan boyitiladi.

Ruda va boyitmalar deyarli bir xil minerallarga ega, shuning uchun ularga oʻxshash, deyarli bir xil texnologik jarayonlar ishlatilishi mumkin.

Qizdirish davrida, suyuq holatga oʻtishdan oldin, 400–600⁰C larda xalkopirit va nikelli minerallar quyidagi kimyoviy reaksiyalar orqali parchalanadi:



Boshlangʻich jarayonlar natijasida murakkab birikmalarning aralashmasi oddiy sulfidlarga aylanadi, yaʼni Ni₃S₂ va FeS.

Asosiy xomashyo moddalardan va qoʻshimcha beriladigan fluslardan paydo boʻladigan toshqol fazasi yuqori haroratda oddiy sulfidlar bilan oʻzaro birikib, eriydi va shteyn qatlamini hosil qiladi.

Eritilgan shteyn konverterlarda havo orqali purkab qayta ishlanadi. Jarayonda temirni toshqol holatiga oʻtkazish uchun qoʻshimcha fluslar yuklanadi. Olingan

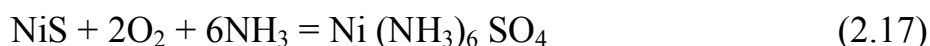
konverter toshqolini qaytadan eritish uchun yallig' pechga yoki boshqa shteyn uchun ishlaydigan eritish pechiga yuboriladi. Konverter jarayonining asosiy mahsuloti mis-nikel faynshteyni bo'lib, u o'zi bilan tarkibida 1–3 % Fe bo'lgan mis-nikel qotishmasini tashkil qiladi va oq mis nikelli shteyn deb nomlanadi.

Purkash davrida kobalt qisman temir bilan birga toshqolga o'tadi. Nodir metallar to'liq oq shteynda to'planadi.

Mis-nikel shteynlardan erkin metallarni ajratib olishning bir necha usullari mavjud. Asosiy metallar bilan birga nodir metallar, selen va tellur ham alohida ajratib olinadi.

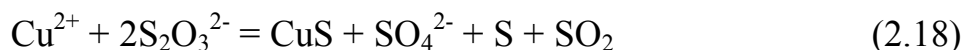
Gidrometallurgik usul

Bu usul bo'yicha yanchilgan ruda yoki boyitma avtoklavlarda 7·10 Pa atrofidagi ortiqcha bosim ostida ammiak bilan qayta ishlanadi. Mis, nikel va kobalt kompleks ammiak tuzlari shaklida eritmaga o'tadi.



Avtoklavdagi harorat 77–80⁰C ni tashkil qiladi. Ajralib chiqayotgan ortiqcha issiqlik kimyoviy yo'l bilan ajratib turiladi. Boyitmadagi oltingugurt S₂O₃²⁻, S₃O₆²⁻, va SO₄²⁻ shakllarga oksidlanadi, temir esa sulfat yoki gidrooksid turida cho'kmaga o'tadi.

Suzilgan eritma qaynatilib, so'ng mis cho'ktiriladi:



Undan keyin nikel va kobalti bor eritma avtoklavda olinadi. Jarayonning asosiy texnologik omillari quyidagicha: vodorod bilan qayta ishlanib, hosil bo'lgan metallar erkin holatda: bosim – 15·10 Pa, harorati – 175–225⁰C bo'ladi.

Jarayon tugagach, avvaliga nikel quyidagi reaksiya orqali cho'kadi:

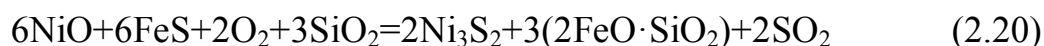


Eritma suzilgandan keyin xuddi shunday usul orqali kobalt ham cho'kmaga o'tkaziladi. Mahsulot kukun shaklida bo'lib, tarkibida 98,6 % Co va 0,14 % Ni bo'ladi. Jahonda gidrometallurgik usul bilan 20–25 % nikel olinadi.

Boyitma va boy rudalarni eritish

Boyitma va maydalangan rudalar MDH mamlakatlarida yallig' qaytarish eritish pechida eritiladi. Bu jarayon yallig' qaytarish eritish pechidagi mis olishdagi jarayondan kam farq qiladi. Eritishda asosan oltingugurt va temirning yuqori oksidlaridagi kislorod hisobiga oksidlantiradi. Kuydirilmagan boyitmani eritishda yuqori sulfidlarning ajralishi hisobiga ham yuqori harorat oltingugurt chiqaradi.

Jarayonning asosida mis va nikel oksidlarining temir sulfidi bilan o'zaro bog'lanishi turadi. Buning natijasida misva nikel shteynga, temir esa toshqol fazalariga quyidagi kimyoviy reaksiya orqali o'tadi:



Mis va mis-nikel boyitmalarini eritishga mo'ljallangan pechlarning tuzilishi va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari deyarli o'xshashdir. Shuning uchun ham oldingi boblarda bu mavzuda alohida ma'lumot berilganligi uchun mis-nikel boyitmalarini eritish dastgohlari haqida fikr yuritilmadi.

Elektr pechida eritish

Jarayon to'g'ri burchak shakldagi, o'lchamlari 23,6x6 m² va foydali maydoni 140 m² bo'lgan pechlarda olib boriladi. Pechning svodidan (yuqori tom qismidan) bir qator 3 yoki 6 ta, diametri 900–1400 mm ko'mir elektrodlari tushiriladi. Elektrodlarning pastki qismi suyuq toshqolga tushirilgan bo'lib, unda qarshilik birikma hisobidan ishlaydi.

Pechdagi ishlab chiqarish unumdorligi 12 t/m²·sutkani tashkil qiladi, elektr quvvatining sarfi xomashyoga nisbatan 700–850 kvт·s/t. Shteynga mis, nikel va nodir metallarni shteynga ajratib olish darajasi 96 % ni tashkil qiladi.

Minorali pechda eritish

Bu jarayon yirik ruda yoki aglomerat eritishga mo'ljallangan bo'lib, unda qaytaruvchi sifatida qattiq yoqilg'i ishlatiladi. Koksning sarfi shixta og'irligidan 9–10 % ni tashkil qiladi. Shaxtali pechda shteyn tarkibida mis va nikelning yig'indisi 15–25 % gacha bo'lishi mumkin. Undan mis va nikelga boyroq shteynlarni olish tavsiya etilmaydi, chunki bu holatda toshqol bilan metallarning isrofgarchiligi ko'payib ketadi.

Toshqolda mis va nikelning yig'indisi 0,2–0,4 % dan ortmaydi. Ammo toshqolning ko'p hajmda chiqishi umumiy isrofgarchilikni ko'paytiradi. Mis, nikel va nodir metallarni shteynga ajratib olish darajasi 90 % ni tashkil qiladi, xolos.

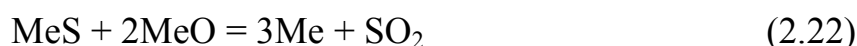
Mis-nikel shteynini konverterda purkash

Bu usulda shteynni qanday tarkibda olishdan qat'iy nazar uning tarkibida mis, nikel va temir sulfidlari bo'ladi. Shteynda erigan holatda ferrit, kobalt sulfid va platinoidlar bo'ladi. Shteyndagi oltingugurtning miqdori taxminan 25 % gacha bo'lishi mumkin.

Konverter jarayonining asosiy maqsadi faqat temirni oksidlantirib, uni toshqol fazasiga o'tkazishdir. Qolgan mis-nikel shteyni alohida texnologiya asosida qayta ishlanadi.

Kobalt asosan konverter toshqoliga o'tadi va undan maxsus texnologiya bo'yicha ajratib olinadi. Purkash jarayoni 24–30 soat davom etadi.

Oq mis-nikel shteyni o'zi bilan mis va nikel sulfidlari eritmasini tashkil qiladi. Odatda, uning tarkibida 3–4 % Fe va 20% S bor. Mis va nikel oksidlari, purkash yakunida, sulfidlar bilan metallar o'zaro reaksiyaga quyidagicha kirishadi:



Reaksiya natijasida shteynda har doim erkin mis va nikel uchrab turadi.

Nikelni qaytarish reaksiyasi quyidagicha kechadi:



Oq mis-nikel shteynida metallarning yig'indisi 77–78 % ni tashkil qiladi. Metallarning nisbatligi $Ni \div Cu = 2 \div 0,5$ ga teng.

Shteynni qayta ishlashning birinchi bosqichi mis va nikelni ajratib olish bilan boradi. Bu jarayon flotatsiya usuli bilan amalga oshiriladi. Nikel boyitmasi kuydirilib, qaytarish jarayonlari orqali erkin holatda olinadi.

Nazorat savollari

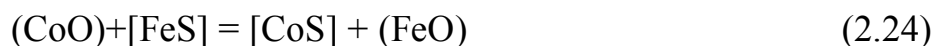
1. Sulfidli nikel rudalarining tavsifi?
2. *Mis-nikel shteynni konverterda purkashmaqsad?*
3. Oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash texnologiyasi?
4. *Minorali pechda eritishdan maqsad?*

2.2. Kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi

Tabiatda kobalt oksid, sulfid va margimush minerallari tarkibida uchraydi. Kobalt rudalarining zaxiralari juda kam uchraydi. Ko'pincha kobalt boshqa metall zaxiralarida yo'ldosh bo'ladi. Kobalt nikel zaxiralarida bo'lib, o'nga yaqin kimyoviy xususiyatlarga ham ega.

Kislrod va oltingugurtga tortilish kuchi bo'yicha, kobalt nikel va temirning oralig'ida joylashgan. Shuning uchun nikelli xomashyo sifatida qayta ishlanayotganda kobalt mis-nikel shteyniga o'tadi. Konverterda shteynni purkashda kobalt toshqol fazasida to'planadi.

Kobaltni toshqoldan ajratib olish uchun uni 2–3 marta nikel shteyni, pirit yoki cho'yan bilan qayta eritiladi. Bunda kobalt metall yoki sulfid fazasiga o'tadi:



$$K = [CoS] (FeO) / (CoO) [FeS] = 8 \div 12 \quad (2.25)$$



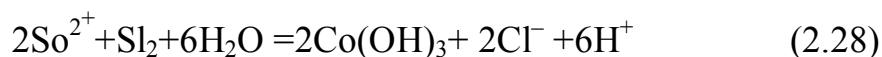
$$K = [Co] (FeO) / (CoO) [Fe] = 25 \div 30 \quad (2.27)$$

Suyuq temir kobalt qotishmasi yoki boyitilgan kobalt shteyni konverterda purkalanadi. Bu tadbirning asosiy maqsadi – temirni toshqol fazasiga o‘tkazishdir. Qolgan metall anod shaklida qoliplarga quyiladi va elektr kimyoviy eritishga yuboriladi. Kobalt bilan birga eritmaga qisman temir, mis va nikel ham o‘tadi.

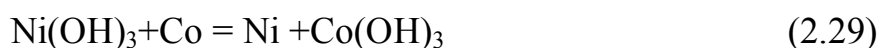
Kobaltni eritmadan ajratib olish

Temir oksid holatiga o‘tkaziladi va ohak yoki soda yordamida cho‘ktiriladi. Bu cho‘kma o‘z tarkibiga margimush, surma va vismutni yig‘adi. Misni kobalt yoki nikel kukuni bilan birga sement cho‘kmasiga o‘tkazadi. Marganes eritmasi xlor yoki xlor gipoxlorit yordamida ajratib olinadi. Oksidlanish davrida $MnO_2 \cdot H_2O$ shaklida paydo bo‘ladi va cho‘kmaga tushadi.

Tozalangan eritmada faqat nikel va kobalt qolgan xlor yoki natriy gipoxloriti yordamida cho‘ktiriladi:



Nikelning cho‘kmaga o‘tmasligining oldi quyidagi almashuv reaksiyasining ta’sir ko‘rsatishi bilan kechadi:



Kobalt gidrooksidi soda bilan aralashtirib, kuydiriladi, keyin suv bilan yuviladi. So‘ng qayta kuydirilib, CoO birikmasi olinadi.

Bu birikmada 70–72 % kobalt, 0,2–0,3 % nikel bo‘ladi.

Kobalt oksid holatdan elektr pechlarda qaytariladi. Tiklovchi modda hisobida grafit ishlatiladi. Kobalt uglerod va oltingugurtdan tozalangach, qoliplarga quyiladi.

Kobaltning o‘ta toza shakli elektrolitik tozalash yoki organik moddalarning ekstraksiyasi orqali qayta ishlab olinadi.

Nikel rudalardan tashqari kobalt olishda xomashyo sifatida mis-kobalt va kobalt-margimush rudalari ishlatiladi. Bu rudalar flotatsiya orqali boyitilib, qayta ishlanadi. Boyitmada 0,5–10% Co bo‘lib, u eritiladi yoki pechlarda sulfatli kuydiriladi. Kuyindi esa suv bilan tanlab eritib, qayta ishlanadi.

Kobalt-margimush boyitmalari (10–20% Co) bevosita avtoklavda tanlab eritiladi. Kobaltli eritmalar standart texnologiyalar bilan qayta ishlanadi.

O‘zbekistonda maxsus kobalt zaxiralari hali aniqlangani yo‘q. Respublikamizning bu metalga ehtiyoji juda ham katta. Shuning uchun bor imkoniyatlardan foydalanib, kobalt konlarini izlab topish borasida ilmiy izlanishlar olib borish kerak. Masalan, Olmaliq rux zavodining chiqindilarida oz miqdorda kobalt bor. Ularni qayta ishlab, metalni erkin holatda ajratib olish olimlarimiz oldida turgan muammolardan biridir.

Metalning jahon bozoridagi narxi– bir tonnasi o‘n minglab dollarni tashkil etadi.

Nazorat savollari

1. *Kobaltni eritmadan ajratib olish usuli?*
2. Konverter jarayonining asosiy maqsadi?
3. Kobalt metalli nimalarda ishlatiladi?
4. Kobalt metalning jahon bozoridagi narxi?

3 BOB. RUX ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

3.1. Rux metallurgiyasiga doir ma'lumotlar, hom ashyo tavsifi va ajratib olishning asosiy texnologiyalar

Ishlab chiqarish hajmi bo‘yicha rux, alyuminiy va misdan keyin uchinchi o‘rinda turadi. Bir yilda dunyoda 5-7 mln.t rux ishlab chiqariladi. Olmaliq tog‘- metallurgiya kombinati tarkibidagi rux zavodi bir yilda 100 ming tonnadan ziyodroqdir rux ishlab chiqarish imkoniyatiga ega.

Xorijiy davlatlarda rux ishlab chiqarish quyidagilarda mavjuddir: AQSH, YAponiya, Rossiya, Kanada, Avstraliya, Olmoniya, Fransiya, Bolgariya, Polsha, Qozog‘iston va boshqalardir.

Dunyo miqyosida ishlab chiqarilgan rux quyidagi sohalarda ishlatiladi,%:

- oq tunika olish 36;
- latun va bronza olish 26;
- quymakorlik 26;
- rux prokati 3;
- kimyo mollari 6,5.

Ruxni asosiy o'zlashtiruvchi davlatlar AQSH, Yaponiya, Olmoniya, Rossiya. O'zbekiston o'zining mahsulotini xorijiy davlatlarga eksport qiladi. 1 tonna ruxning narxi dunyo bozorida (2011 yilning ko'rsatgichlari bo'yicha) 2200 - 2300 AQSH dollarida sotiladi.

Rux xom ashyosining tavsifi

Tabiatda rux asosan sulfid birikmasi holatida uchraydi, shuningdek ruxning oksidlangan birikmalari ham mavjuddir.

Ishlab chiqarishda keng miqdorda kompleks rux – qo'rg'oshin sulfidli polimetallik rudalar qo'llaniladi. Bu rudalarda asosiy metallardan tashqari mis, kadmiy, nodir va kamyob metallar mavjud. Hozirgi paytda qayta ishlaga jalb etiladigan rudalarning tarkibida ruxning miqdori 1,5 %, rux-qo'rg'oshin rudalarda 1,0 – 1,5% Zn va 0,4 -0,5% Pb mavjud. Bu rudalar qayta ishlashdan oldin boyitiladi. Asosiy boyitish usuli - selektiv flotasiyadir. Oldin rudadan kollektiv rux-qo'rg'oshin boyitmasi olinadi, keyin u alohida rux va qo'rg'oshin boyitmalariga ajratiladi.

Sulfidli rudalarda rux asosan sfalerit – ZnS shaklda uchraydi. Oksidlangan rudalarda rux karbonat $ZnCO_3$ (smitsonit) va gidrosinkiy $ZnSO_3 \cdot 2 ZnS$ (ON) va silikat (valletit Zn_2SiO_4) turlarda uchraydi.

Boyitish natijasida ruxni boyitmaga o'tish darajasi 70-85% tashkil qiladi. Rux boyitmasini taxminiy tarkibi quyidagicha, %: Zn 40-60; Pb 0,2-3,5; Cu 0,15 - 2,3; Fe 2,5-13; S 30-35; Cd 0,1-0,5; As 0,03-0,3; Sb 0,01-0,07; In 0,001-0,07. Boyitmaning granulometrik tarkibi 30-35% (-75 mkm) dan 70-90% (-75mkm) gacha o'zgaradi.

Boyitmaning asosiy texnologik ko'rsatgichlar quyidagilardir:

- zichlik - 3,4-4,3 g/sm³;
- to'kilmoq massasi - 1,9-2,3 g/sm³;
- namlik - 10-16%;
- quriltigandan keyingi namligi - 6-8 %.

Ruxning asosiy texnologik hususiyatlari

Rux (Zn) – zangori oq rangli metall, juda mo'rt, 100-150 °C qizdirilganda plastik holatga o'tadi, yengil jo'valanadi va cho'ziladi, zichligi 7,13 g/sm³, erish harorati 419,5 °C. Ochiq havoda tez oksidlanib, yuzasida parda hosil bo'ladi. Suvga bardoshligi yuqori, lekin xlorid, azot va sulfat kislotalarida engil eriydi.

Ruxni xom ashyodan ajratib olishning asosiy texnologiyalari

Sulfidli rux xom ashyosini bevosita erkin holatigacha tiklash mumkin.

Masalan:



Ammo, kuchli hisoblanuvchi H₂ va SO tiklovchi moddalarni qo'llashning samaradorligi ancha pastdir, chunki (5.1) reaksiya uchun 1000 °S da muvozanat konstantasi quyidagi ko'rsatgichga teng:

$$K_m = P_{\text{Zn}} * P_{\text{H}_2\text{S}} / P_{\text{H}_2} = 2,1 * 10^{-4} \quad (3.2)$$

Keltirilgan ko'rsatgichdan ko'rinib turibdiki yuqori harorat va bosimda ham tiklangan mahsulotlarning chiqishi judayam kam ko'rsatgichga ega. Amaliyotda sulfidlarni oldindan oksidlantirish afzaldir.

Sanoatda ZnS ni ZnO gacha oksidlanishi pirometallurgik usul bilan amalga oshiriladi. ZnO ni tiklanishi esa pirometallurgik yoki gidrometallurgik usullar bilan amalga oshirilishi mumkin. Ohirgi usul bo'yicha ZnO sulfat kislotasida tanlab eritiladi va so'ngra eritmadan elektroliz yordamida erkin metall olinadi.

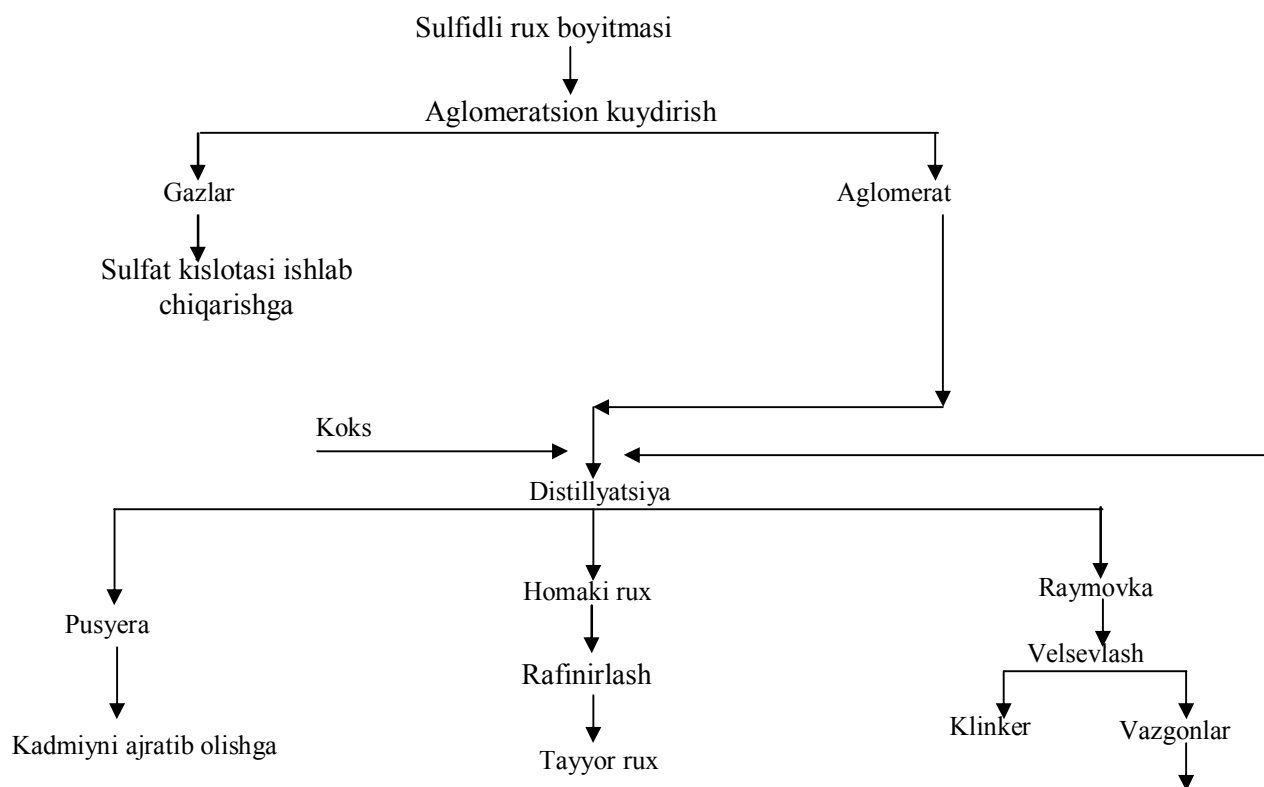
Ruxni sulfid boyitmasidan ajratib olinishi ZnS, ZnO va Zn larning xususiyatlariga bogʻliqdir. Ruxni oksid va sulfidi yuqori haroratda eriydi. Masalan, ZnS atmosfera bosimida 1200 °C dan ziyod haroratda bugʻlanadi va 2000 °C gacha erimaydi. ZnO esa 1975°C da suyuq holatiga oʻtadi. Shuning uchun ZnSni ZnOga oksidlanishini yuqori haroratlarda katta tezlik bilan amalga oshiriladi. Rux sulfidini oksidlanishi ekzotermik jarayondir va uning qoʻshimcha yoqilgʻi sarflanmaydi.

Ruxni oksiddan tiklash uchun koʻp energiya sarflanadi. SHuning uchun pirometallurgik tiklanish yuqori harorat va tiklovchi moddaning miqdorligida olib boriladi. Elektrolitik tiklanish ham elektr quvvatini katta hajmda sarflanishi bilan bogʻliqdir. Metallik rux onson suyuq holatga oʻtadi – erish harorati 419°C, 907°C esa da bugʻ holatiga oʻtadi, shuning uchun pirometallurgik tiklanishda rux bugʻ koʻrinishida ajralib chiqadi.

Piro va gidrometallurgik usullarni xususiyatlarini koʻrib chiqamiz.

Pirometallurgik usulda yakunlovchi mahsulot sifatida gʻovakli kuyindi olinadi. Kuydirish davrida modda oltingugurtni yoʻqotib, keyin qotishma shaklga oʻtadi. Qotishma olish uchun harorat 1300-1400 °C gacha koʻtarilishi kerak. Buni aglomerasiya jarayonida amalga oshiriladi. Aglomerat keyinchalik qattiq uglerod yordamida tiklanadi.

Ruxni pirometallurgik usulda ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 5.1-rasmda koʻrsatilgan.



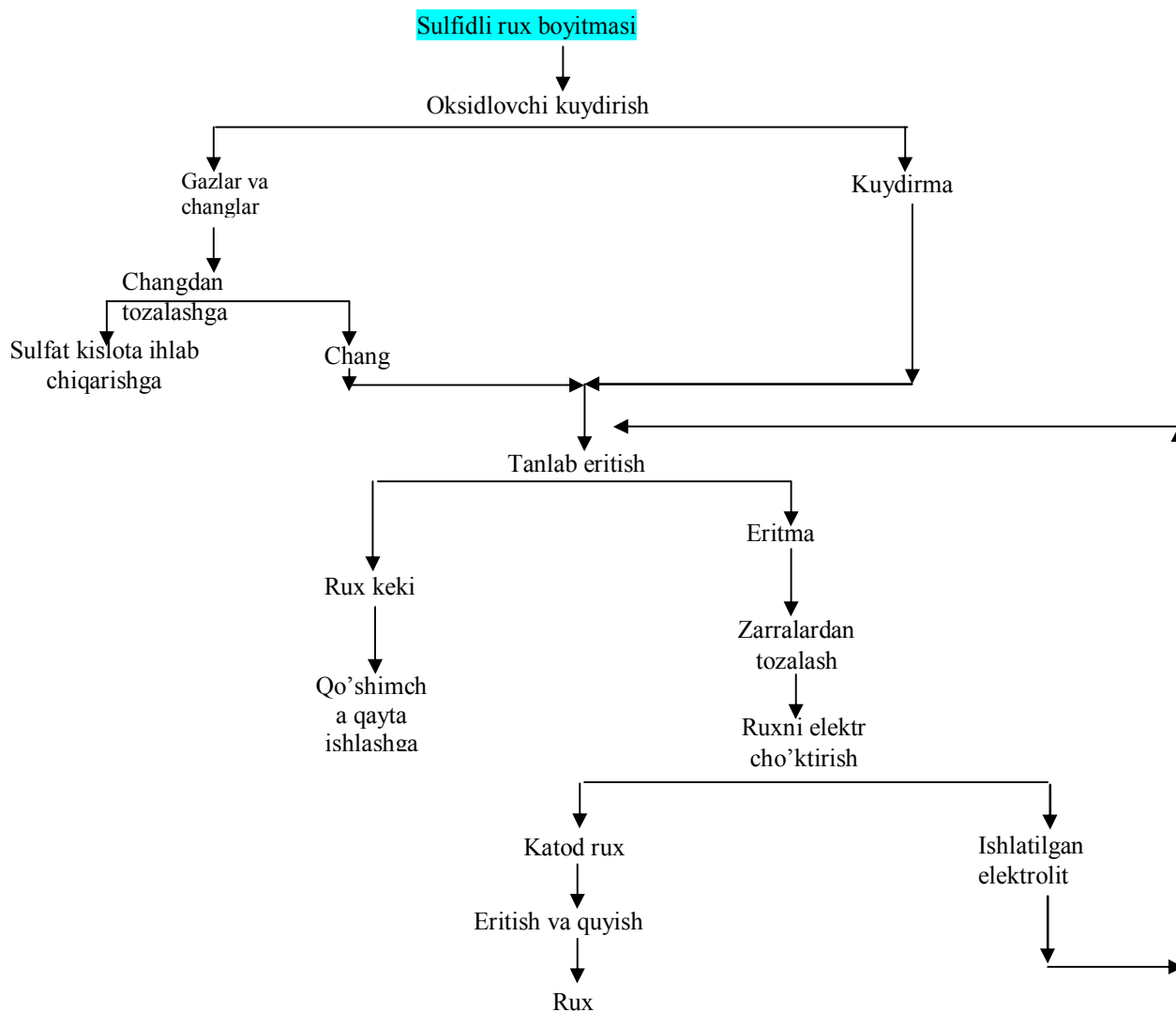
3.1-rasm. Ruxni pirometallurgik usulda ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi

Gidrometallurgik usulda kuydirish jarayoni 900-1000 °S da olib boriladi va yakunlovchi mahsulot sifatida kukun holdagi kuyindi olinadi. Olingan kuyindi sulfat kislotasi eritmasida tanlab eritiladi. Eritmadan rux elektroliz usulida metallik holatda ajratib olinadi, sulfat kislotasi esa Regeneratsiya bo‘lib qaytadan tanlab eritishga yuboriladi. Hidrometallurgik usulda ruxni ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 3.1- rasmda ko‘rsatilgan

Rux boyitmasini yuqori haroratda oksidlantirish, hozirgi paytda, asosiy texnologik usuldir. Kanadada olib borilgan izlanishlar shuni ko‘rsatadiki rux sulfidini eritmadagi kislorod bilan ham oksidlantirsa bo‘lar ekan:



Jarayon avtoklavda 1000°C dan ziyod va umumiy bosim 10⁵ Pa dan yuqori sharoitlarda olib boriladi. Sanoatda bunday texnologiyani qo‘llash qiyindir.



3.2- rasm. Sulfidli Rux boyitmasini gidrometallurgik usulda qayta ishlash jarayonining prinsipial texnologik sxemasi

Texnologik sxemalarni tahlili shuni ko'rsatib turibdiki, jarayon bir necha bosqichdan iboratdir. Amaliyotda esa, sxemalar ancha murakkabroqdir.

Bunga ikkita sabab bor:

1) xosh ashyoda mavjud bo'lgan bir qator ruxga yo'ldosh elementlarni ajratib olish zarurligi;

2) xom ashyoni qayta ishlash uchun tayyorlash jarayonlarini tashkil etish.

Dunyo miqyosida taxminan 20% rux pirometallurgik va 80% rux gidrometallurgik usullar bilan olinadi.

Nazorat savollari

1. Ruxning asosiy texnologik xususiyatlari?
2. Ruxni xom ashyodan ajratib olishning usullari?
3. Sulfidli Rux boyitmasini gidrometallurgik usul avzalliklari?
4. Sulfidli Rux boyitmasini pirometallurgik usul avzalliklari?

3.2. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish jarayonlarining maqsadi, turlari va fizika-kimyoviy asoslari

Boyitmani kuydirishdan asosiy maqsad - sulfidli ruxni tiklanish jarayoniga tayyorlangan oksid holatiga tezroq va kam sarf harajatlar bilan o'tkazishdir. Kuydirish natijasida kuyindi shunday holatda olish kerakki, undan keyingi qayta ishlash bosqichlarida ruxni ajratib olish ko'rsatgichlari yuqori qiymatlarda bo'lishi kerak. SHuning bilan bir qatorda, kuydirishda ajralib chiqayotgan oltingugurt birikmalari to'laroq darajada sulfat kislotasi olish uchun yuborilishi lozim.

Pirometallurgik usul uchun kuyindi aglomerat shaklda olinadi va aglomerta keyinchalik yuqori haroratda qattiq uglerod yoki boshqa tiklovchilar modda yordamida tiklanadi.

Gidrometallurgiya usuli uchun tanlab eritishga mo'ljallangan kuyindi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- 1) sulfidlarda oltingugurt miqdori iloji boricha kam bo'lishi kerak (0,1-0,3 %);
- 2) kuyindida sulfat ko'rinishdagi oltingugurt birikmalarining miqdori bir me'yorda bo'lishi (S_{SO_4} 2-4 %);
- 3) kuyindida mayda fraksiyaning (0,15 mm) yuqori miqdorda bo'lishi;
- 4) ferrit va silikat shakldagi rux miqdorining ka miqdorda bo'lishi.

Zamonaviy amaliyotda tanlab eritish jarayoni uchun javob beradigan kuyindi qaynar qatlam (QQ) pechlarida, 900-1000 °C oralig'ida olinadi.

Rux boyitmasini kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari

Jarayonning kimyoviy reaksiyalari deb, dastlabki xom ashyoda birin-ketin oʻtadigan kimyoviy oʻzgarishlariga aytiladi. Jarayon natijasida boradigan kimyoviy jarayolar yakuniy mahsulotlar bilan tavsiflanadi.

Kuydirish jarayonida dastlabki reaksiyalar uch turda boʻlishi mumkin:



Tajriba natijalariga koʻra, kuydirish jarayonida sulfidlarning oksidlanishidan boshlab 900 °S gacha birinchi qattiq mahsulot boʻlib ZnO paydo boʻladi. YUqoriroq haroratlarda esa moddaning bugʻ holatga oʻtishi kuzatiladi va bu jarayon (5.5) reaksiyaning borishi bilan tushuntiriladi.

Kuydirish jarayonida ikkilamchi rux sulfatlari quyidagi reaksiyalar natijasida paydo boʻlishlari mumkin:



YUqorida qayd etilgan kimyoviy reaksiyalarning termodinamik koʻrsatkichlari quyidagilar:

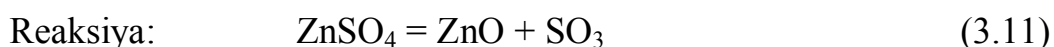
Reaksiya	t, °C	G, kJ	lgK _m
ZnS + 2O ₂ = ZnSO ₄	25	675	118,6
	1000	- 383	36,3
ZnS+1,5O ₂ = ZnO+SO ₂	25	440	77,4

	1000	- 253	24,0
$ZnO+O_2 = Zn + SO_2$	25	104	18,3
	1000	- 123	11,7

Sulfidlarni oksidlanish ikkilamchi reaksiyalarning termodinamik tavsiflari:

Reaksiya	t, °C	G, kJ	lgK _m
$ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$	25	76,5	118,6
	1025	-12,2	0,49
$2SO_2+O_2 = 2SO_3$	25	196	24,3
	1025	- 179	16,80

Rux boyitmasini kuydirishda sulfat paydo bo‘lishi texnologik ahamiyatga ega. Sulfatlarni termodinamik turg‘unligi reaksiyaning ajralishi muvozanati bilan baholanadi:



Ushbu reaksiyaning o‘zgarish doimiyligi haroratga bog‘liqdir:

$$\lg P_{SO_3} = 11,757 - 8586,0 / T \quad (3.12)$$

Rux boyitmasini kuydirishda, gaz tarkibida SO₂ va O₂ miqdoriga bog‘liq bo‘lgan holda, sulfatning maksimal paydo bo‘lish harorati 750 – 850 °S ga to‘g‘ri keladi.

Kuydirish davrida rux ferrit va silikat shakllarga bog‘lanishi mumkin:



Bu ikkita birikma, keyingi tanlab eritishda sulfat kislotasida qiyin eriydi va ruxni isrofgarchilini oshiradi. SHuning uchun kuydirish jarayoni, rux ferriti va rux silikati iloji boricha kam hosil bo‘lishi bilan olib borilishi.

Rux boyitmalarida ko‘pincha qo‘rg‘oshin va kadmiy bor. Asosan ular sulfid ko‘rinishda mavjuddir: RbS – galenit va SdS – grikonit.

Kuydirish paytida qo'rg'oshin sulfidi 700–800 °S da qo'rg'oshin oksidi (RbO) holiga onson o'tadi. Qo'rg'oshin oksidi esa noruda moddalar bilan reaksiyaga kirib, past haroratlarda eriydigan birikmalar paydo qilishi mumkin.

Kadmiy sulfidi 735°C da alanga oladi va oksid shakliga o'tadi. Ikkala sulfidlar yuqori haroratda uchuvchanlik xususiyatiga ega.

Rux boyitmalarida mis xalkopirit, xalkozin va kovellin turlarida uchraydi. Bu birikmalarning kuydirish jarayonida o'zgarishlari mis xom ashyosini qayta ishlashda kechadigan jarayonlarga o'hshashdir.

Zamonaviy zavodlarda rux boyitmasini kuydirish jarayoni Qaynar qatlam («QQ») pechlarida o'tkaziladi.

“QQ” pechlarida kuydirish jarayonining boshqa turdagi kuydirish pechlaridan afzalliklari kuydagilardir:

1) yuqori ishlab chiqarish unumdorligi (oddiy pechlarga nisbatdan 2 – 3 marta yuqoriroq);

2) kuydirish jarayonining tartiblanishi va mahsulotni sifatligi;

3) chiqindi gazlarda SO₂ ning yuqori miqdori va undan sulfat kislotasini olish qulayligi;

4) tanlab eritishda salbiy ta'sir etuvchi ferrit va silikat birikmalarini cheklangan holatda paydo bo'lishi va boshqalardir.

Nazorat savollari

1. Rux boyitmasini kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari?
2. Rux boyitmasini kuydirish jarayonining maqsadi?
3. QQ pechlarida kuydirish texnologiyasi?
4. Sulfidlarda oltingugurt miqdori?

3.3. Sulfidli rux boyitmasini «Qaynar qatlam» pechida kuydirish amaliyoti

Rux zavodlarda, tarkibi har xil bo'lgan, bir necha boyitmalar qayta ishlanadi. SHixta tayyorlash davrida boyitmalar shunday nisbatlikda olinadiki, ular rux, yo'ldosh foydali element va zarar komponentlar bo'yicha aniq tarkibga ega bo'lishi zarur.

Qayta ishlashga kelgan rux boyitmasining taxminiy tarkibi, %: 45-60 Zn; 29-35 S; 6-12 Fe; 1,5-5,0 Al₂O₃; 0,2-4,4 Pb; 0,1-3,0 Cu; 0,4-3,0; SiO₂; 0,5-1,5 CaO; 0,2-1,0 MgO; 0,25-0,8 Cd; 0,01-0,4 As; 0,01-0,3 Sb, 20-160 g/t Ag va 0,5-10 g/t Au.

Shixta pechga quruq yoki bo'tana shaklida yuklanadi. Tashqaridan keltirilgan va tarkibi yaqin bo'lgan boyitmalar quruq shaklda qo'llaniladi. Agarda rux zavodi boyitish fabrikasi yonida bo'lsa, yoki boyitmalarning tarkibi katta farq qilsa, bo'tana shaklda yuklash maqsadga muvofiqroq bo'ladi.

Quruq shixta olish uchun boyitmalar bir xil tarkibdagi shixta olish maqsadida aralashtiriladi va quritish barabanida qoldiq namlik 6-8 % gacha quritiladi.

O'zbekiston rangli metallurgiyasida rux boyitmalarini kuydirishda silindrik shakldagi «QQ» pechlari keng tarqalgan. Ularning tubini maydoni 34 m², forkameralar maydoni 1,5 m², balandligi – 10 m, kuydirilgan moddani ajralib chiqish balandligi 1,0-1,2 m. Soplardagi teshiklar kesimi maydoni, podning maydoniga nisbatdan 0,8-1,0 % tashkil qiladi.

Kukunsimon sulfidli rux boyitamlarini «QQ» echida kuydirishda boyitma muallaq holda bo'lishi uchun, pechga beriladigan gazning tezligi 10-12 m/sek tashkil etadi. Gazning tezligini oshirish, ortiqcha chang ajralib chiqishiga olib keladi. Agarda gazning tezligi pastroq bo'lsa, shixta moddalari mallaq holatda ajralib chiqib, soplolarga cho'kib qoladi.

«QQ» pechini normal ishlashi uchun uning hajmida issiqlik balansini ushlab turish kerak. Issiqlikni taqsimlanishi, %: texnologik gazlar bilan 60 %; chang va devor orqali sarflanishi 20 %. Issiqlikni qolgani mahsus moslama yordamida pechdan chiqarilishi kerak, aks holda issiqlik to'planib moddani o'ta qizishiga olib kelishi mumkin. Ortiqcha issiqlik mahsus trubkali kesson orqali pechdan tashqariga chiqariladi (3.3-rasm).

Texnologik gazlar kotel – utilizator orqali o'tkaziladi. Bu dastgohda issiqlikning 55 % bug' olishga ishlatiladi. Qolgan issiqlik isrof bo'ladi Kotel-

utilizator yuqori ko‘rsatgichli bug‘ ishlab chiqaradi (400-565°S, 4,5 - 6,0 mPa va 1,1-1,4 t/t boyitmaga).

Pechga beradigan havoni hajmi nazariya hisobotlardan kelib chiqadi va 1500-1600 m³/t boyitmaga to‘g‘ri qiladi. Havoning ortiqcha berilishi 20-30 % (= 1,2 / 1,3).

Kuydirish pechini normal ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi kerak:

1) shixtaning mineralogik tarkibini va o‘lchamlarini doimiyliigi va qatlamga bir xil tezlikda yuklanishi;

2) havoni pech tubi maydoni bo‘yicha bir xil taqsimlanishi;

3) pech hajmiga beriladigan havoning doimiy bosimi;

4) pechning ishchi hajmida va boshqa dastgoxlarda o‘zgarmas bosim bo‘lishi.

Sanoat ishlab chiqarish sharoitida qaynar qatlam havoning 15-16 kPa bosimida paydo bo‘ladi. Bulardan 4-5 kPa li pech tubining gidravlik qarshiligini bartaraf qilishga sarflanadi. Demak «QQ» pechining gidravlik qarshiligi taxminan 10 kPa ni tashkil qiladi.

Kuydirish sharoitlarini texnologik ko‘rsatkichlarga ta’siri

Kuydirish jarayonining muhim texnologik ko‘rsatkichlari quyidagilardir:

1) ishlab chiqarish unumdorligi;

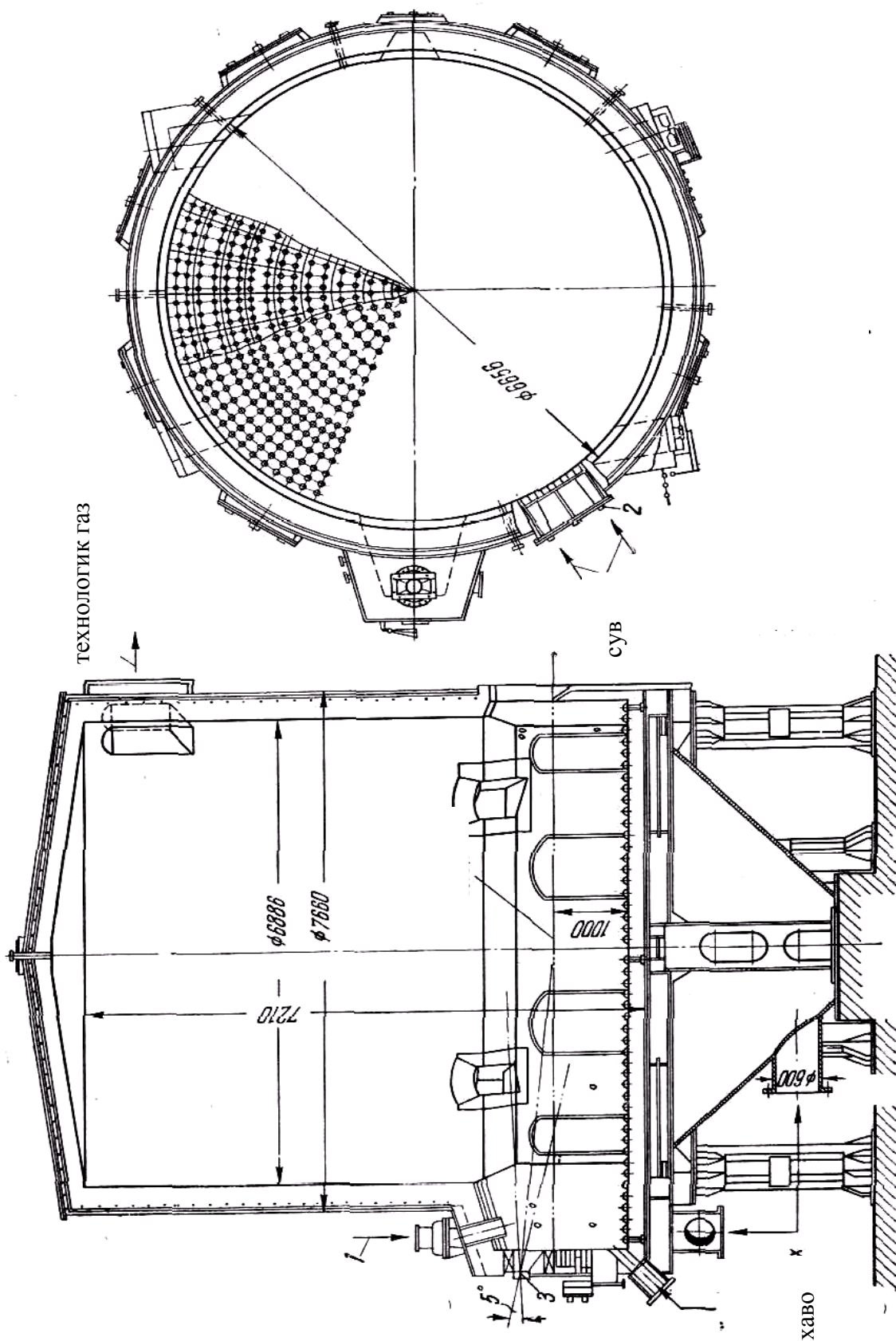
2) kuydirilayotgan shixtaning jarayon mahsulotlarida taqsimoti (kuyindi, chang, gaz);

3) texnologik gazdagi SO₂ ni miqdori;

4) kuyindining sifati (kukunlik darajasi, sulfid va sulfat shakldagi oltingugurtni miqdori, kremniy dioksidiva temirning mavjudligi).

Zamonaviy pechlarda havoni berish tezligi 10-12 m/s, nisbatlik sarfi 350-450 m³/(m² * soat) qo‘llaniladi. Havodagi kislorodni miqdori 28-32 % gacha ko‘tarilgan. Bunday sharoitlarda ishlab chiqarish unumdorligi 8-10 t/(m²*sutkada)ni tashkil qiladi. Kislorodni miqdorini bundan ziyod ko‘tarish maqsadga muvofiq emasdir, chunki kislorod olishga qilingan sarf xarajatlar

kuydirish jarayonining unumdorligi oshishi bilan qoplanmaydi. Undan tashqari, ortiqcha ajralib chiqqan issiqlikni pechdan chiqarish ham katta muammoga aylanib qoladi.



Moddalarni kuydirish 950-970°S oralig'ida amalga oshiriladi. Jarayonda qattiq moddalarni ajralib chiqishi quyidagicha taqsimlanadi, %: kuyindi 65; siklon changi 30; elektrofiltr changi 3,3; gaxzoxod changi 1,7.

Texnologik gazlarda SO₂ ni miqdorligini ko'payishi, uni sulfat kislotasi olishda qulaylik yaratadi. Oddiy havoda kuydirishda pechdan chiqayotgan gazda SO₂ miqdori 8,5-10 % tashkil etadi. Kislorodga boyitilgan havo qo'llansa – SO₂ ni miqdori 12-15 % gacha ko'tariladi. Ammo, gazoxod sistemalari yaxshi germetik qoplanmaganligi sababli, ikkilamchi havo tortiladi va natijada SO₂ ni miqdori bir oz kamayadi.

Kuyindining sifati unga qo'yilgan talab bilan baholanadi. Kuyindida sulfidli oltingugurt ni miqdori 0,1-0,3 % dan oshmasligi uchun, boyitmani kuydirishda desulfurasiya darajasi 99,0-99,7 % bo'lishi kerak. Bunday yuqori desulfurasiya darajasi jarayonning yakuniy davrda tezlikni o'ta pasayishi bilan

bog'liqdir.

Amaliyotda bir modda o'rtacha pech ichida 12-14 soniya bo'ladi.

Odatda kuyindida sulfat kislotasi eritmasida eriydigan rux birikmalarining miqdori 88-92 % oralig'ida bo'ladi. Agarda boyitmada kremniy dioksidi yuqori miqdorda bo'lsa, rux silikati (ZnO*SiO₂) paydo bo'lmasligi maqsadida, kuydirishni pastroq haroratda (900-920°C) olib borish kerak.

Olingan kuyindida metallning miqdori boyitmaga nisbatdan bir oz ko'proq. Masalan, agar boyitmada ruxning miqdori 50,9 % bo'lsa, kuyindida bu ko'rsatkich 60,3 % tashkil qiladi.

Ajralib chiqqan changlar kuyindi bilan birga tanlab eritishga yuboriladi.

Nazorat savollari

1. Kuydirish sharoitlarini texnologik ko'rsatkichlarga ta'siri?
2. Qaynar qatlam pechida kuydirish amaliyoti?
3. QQ pechda shixta namligi qancha boladi?

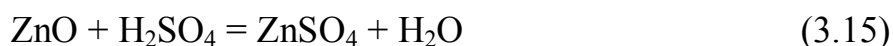
4. Ajralib chiqqan changlar miqdori qancha bo‘ladi?

3.4. Rux kuyindisini tanlab eritish jarayonining nazariy asoslari

Kuyindini tanlab eritishning asosiy maqsadi kuyindi tarkibidagi rux birikmalarini iloji boricha to‘laroq eritmaga o‘tkazish va elektrolizga toza eritma olishdir. Tanlab eritish jarayoni sulfat kislota eritmalari bilan olib boriladi. Erituvchi sifatida sulfat kislota tanlashda quyidagi omillar hisobga olingan:

- 1) rux oksidini – ZnO yaxshi erishi;
- 2) bo‘lajak elektrolitik tiklanishda qulaylik;
- 3) rux zavodlarida sulfat kislotasini mavjudligi;

Rux oksidi sulfat kislota kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi, rux sulfati esa – suvda:



Rux sulfidi qizitilgan kuchli sulfat kislotasida erishi mumkin:



bunda zaxarli servodorod ajralib chiqadi.

Kuydirish davomida bir qancha miqdorda rux silikati, ($n \text{ ZnO} \cdot m \text{ SiO}_2$), rux ferriti ($x \text{ ZnO} \cdot u \text{ Fe}_2\text{O}_3$) va alyuminatlari ($\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) paydo bo‘ladi. Bu birikmalar sulfat kislota eritmasida qiyin eriydi. Ularni erish qobiliyati harorat va sulfat kislota konsentratsiyasi oshib borishi bilan oshadi.

Masalan, rux ferritidan ruxni eritmaga o‘tkazish uchun sulfat kislota konsentratsiyasi 200-300 g/l va 80-90 °S harorat talab qilinadi.

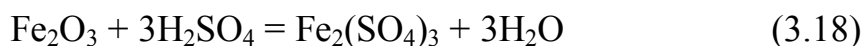
Ruxdan tashqari, kuyindida temir, mis, kadmiy, qo‘rg‘oshin, kumush, oltin, nikel, kobalt, marganes, bariy, kalsiy, alyuminiy va boshqa metallar bor.

Kadmiy xususiyatlari bo‘yicha ruxga yaqin, uni oksidi SdO sulfat kislotasida yaxshi eriydi:

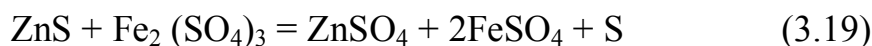


Kuyindidan eritmaga 85-90 % kadmiy o'tadi. Temir kuyindida, asosan rux va mis ferritlar shaklda uchraydi, shunidek kuyindida temir oksidlari Fe_2O_3 , va Fe_3O_4 ham mavjud. Sulfat kislota eritmasida Fe_2O_3 qisman eriydi.

Kuydirish pechining siklon changida kam miqdorda $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ uchraydi. Uch valentli temir sulfati eritmada ham hosil bo'ladi:



Eritmada $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ mis birikmalari, SO_2 va metal sulfidlari bilan ikki valentli temir sulfatigacha FeSO_4 tiklanadi. Bu jarayon ruxni kuyindidan eritmaga, quyidagi reaksiya orqali, o'tishiga ko'maklashadi:



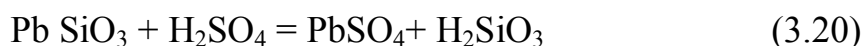
Eritmaga kuyindidan fakat 3-4 % temir o'tadi, uni eritmadagi miqdori 1-2 g/l tashkil etadi.

Mis kuyindida oksid (CuO , Cu_2O), ferrit ($n\text{CuO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$), silikat ($x\text{Cu}_2\text{O} \cdot u\text{SiO}_2$) shakllarda uchraydi. Eng oson CuO eriydi va CuSO_4 ni hosil qiladi. Mis ferriti, pux ferritiga o'xshab, qiyin eriydi. Tanlab eritishda taxminan misni yarmi eriydi, yarmi esa kekda qoladi.

Surma (III) va myshyak (III) oksidlangan birikmalari kuyindini tanlab eritishda $\text{As}_2(\text{SO}_4)_3$ va $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ shakllarda eritmaga o'tishadi. Surma (V) va myshyak (V) oksidlari qiyin eriydigan birikmalardir.

Nikel, kobalt va marganeslar eriydi va Ni_2SO_4 , CoSO_4 va MnSO_4 sulfatlarini hosil qiladi.

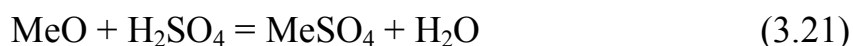
Tanlab eritishda qo'rg'oshin, deyarli to'liq quyidagi reaksiyaga asosan, kekga o'tadi:



Qo'rg'oshin, mis va rux silikatlarini erishi eritmani kremniy birikmalari bilan ifloslantirishga olib keladi. Bu jarayon tanlab eritishdan so'ng cho'ktirish (quyuqlashtirish) va filtrlash jarayonlarini qiyinlashtiradi.

Kumush kuyindida Ag_2S va Ag_2SO_4 shaklda uchraydi. Kumush sulfati yaxshi eriydi, keyin esa eritmada mavjud bo'lgan xlor ionlari bilan qiyin eriydigan AgCl birikmasi shaklda cho'ktiriladi. Kumush sulfidi erimaydi va kekda qoladi. Oltin to'liq qattiq qoldiqlarda qoladi.

Kalsiy va bariy oksidlari sulfat kislota eritmalarida qiyin eriydigan birikmalar hosil qilishadi. Jarayonning umumiy reaksiyasi:



Qo'rg'oshin, kalsiy va bariylar sulfat kislolaning bir qismini qiyin eriydigan sulfatlarga bog'laydi, shu sababdan kuydirish davrda sulfat ko'rinishidagi oltinugurt miqdorini bir oz ko'paytirish kerak bo'ladi.

Xlor, fluor, natriy va magniy birikmalari onson eriydi va eritmada to'planadilar. Noyob metallar-talliy, galliy, indiy va germaniyalar qisman eritmaga o'tadilar.

Kuydirilgan rux boyitmasini sulfat kislota eritmalarida tanlab eritish

Dunyo amaliyotida turli hil tanlab eritish sxemalari qo'llaniladi: bir, ikki va uch bosqichli, davriy va uzluksiz va boshqalar. Eng keng tarqalgan sxema-bu uzluksiz qarama-qarshi oqimli ikki bosqichli tanlab eritishdir.

Kuyindi tarkibidagi ruxning erishi, N_2SO_4 konsentratsiyasi va harorat oshishi bilan ko'tariladi, ammo bunda zarar moddalar ham erishi mumkin va bu hodisa bo'lajak elektroliz jarayonida qiyinchilik yaratadi.

Eritmada ko'p zarar moddalarning miqdorini rN qiymatini 5,2-5,4 gacha ko'tarish yo'li bilan kamaytirish mumkin. pH ko'rsatgichini belgilangan qiymatdan ko'tarilishi eritmada ruxni gidrolizlanishiga olib keldi va rux gidroksid shaklda cho'kmaga tushib qolishi mumkin.

Qarama-qarshi oqim prinsipida tanlab eritishning ikkinchi bosqichi kuchli sulfat kislota eritmalarida olib boriladi (130-150 g/l N_2SO_4) (nordon tanlab eritish bosqichi). Birinchi bosqichda esa tanlab eritish jarayoni kuchsiz sulfat kislota eritmasi bilan olib boriladi (50-60 g/l N_2SO_4) (neytral tanlab eritish bosqichi).

Birinchi bosqichda olinadigan eritmada, sulfat kislotasining miqdori juda kam ($rN=5,2-5,4$), va buning natijasida neytral eritmada zarar moddalar deyarli yo‘q.

Tanlab eritishning birinchi bosqichida (neytral tanlab eritish) quyidagi texnologik masalalar echiladi:

- 1) kuyindidagi rux sulfatini va rux oksidini qisman erishi;
- 2) eritmada ortiqcha sulfat kislotasini neytralizatsiyalash;
- 3) eritmani zarra moddalardan gidrolitik tozalash;
- 4) eritmani qattiq moddalardan ajratib olish;
- 5) kuyindini issiqligidan oqilona foydalanish.

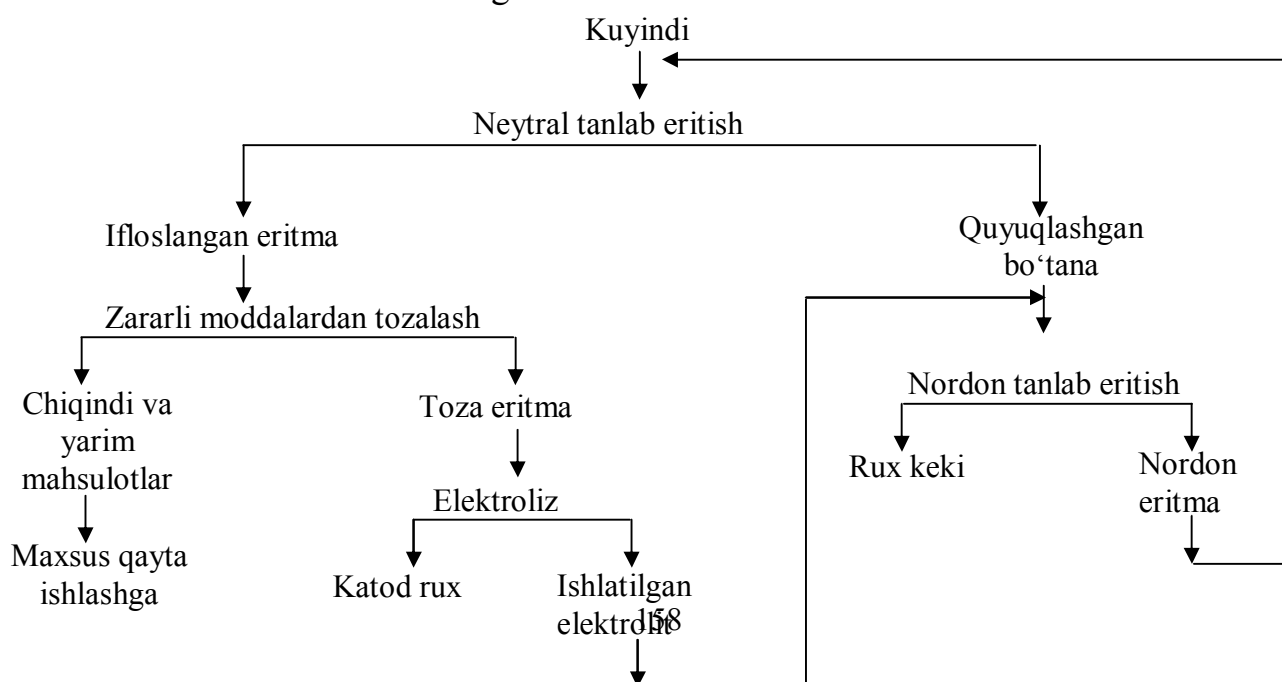
Neytral tanlab eritishning yakuniy maqsadi gidrolitik usul bilan tozalanadigan moddalardan toza rux saqlovchi eritma olishdir.

Tanlab eritishning ikkinchi bosqichi (nordon tanlab eritish) vazifalari:

- 1) kuyindidagi ruxni to‘liq eritish;
- 2) zarar moddalarning erishini cheklash;
- 3) mis va germaniyni oksidlantirish;
- 4) eritmani zarar moddalardan tozalash;
- 5) qattiq va suyuq fazalarni bir-biridan ajratib olish.

Nordon tanlab eritishning yakuniy maqsadi kekda eruvchan rux birikmalarini to‘liq eritmaga o‘tkazish.

3.4.- rasmda rux kuyindilarini uzluksiz qarama-qarshi oqimli ikki bosqichli tanlab eritish sxemasi ko‘rsatilgan.



3.4. –rasm. Rux kuyindilarini uzluksiz qarama-qarshi oqimli ikki bosqichli tanlab eritish sxemasi

Tanlab eritish sxemalarini tanlash xom ashyoni sifatiga bog‘liqdir. Ishlab chiqarishning katta hajmida, xom ashyo tarkibi o‘zgaras bo‘lganda uzluksiz tanlab eritish maqsadga muvofiqdir.

Davriy tanlab eritish, tez moslashuvchi bo‘lganligi sababli, zarar moddalari yuqori miqdorli bo‘lgan xom ashyoni qayta ishlashga afzalrokdir.

Davriy tanlab eritish, uzluksizga nisbatdan, kamroq ishlab chiqarish quvvatiga ega va qayta ishlashda ko‘proq sarf-xarajatlarni talab qiladi. Bir bosqichli tanlab eritish, odatda, davriy sxema bo‘yicha olib boriladi.

Tarkibida 0,5 % mʻshyak bo‘lgan sifati past boyitmalarni qayta ishlashda, bir bosqichli sxemani qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

Tanlab eritishni davriy sxema olib borishning sharti – kuyindi sovutilgan va sinflarga bo‘lingan bo‘lishi kerak. Pechdan chiqqan kuyindi va changlarni aralashmasini harorati 700-750°C bo‘lgani uchun, ularni aerokolodilnik yoki konveerlarda sovutiladi.

Sovutilgan aralashma aeroseparatorida kattaligi bo‘yicha sinflarga bo‘linadi. Yirik fraksiya (<0,3 mm) zoldirli tegirmonda yanchiladi va yangitdan sinflarga bo‘linadi. Sinflangan kuydirilgan boyitma tanlab eritishga yuboriladi.

Odatda sinflanish ikki bosqichda olib boriladi: neytral va nordon. Dastlabki (neytral) sinflanishbo‘tananing hammasini ikki fraksiyaga bo‘ladi: qum (+0,30 mm) va il (-0,3 mm), har bir fraksiya alohida tanlab eritishni talab qiladi. Neytral sinflashdan chiqqan eritmani neytral tanlab eritishga yuboriladi. Qum fraksiyasi esa ishlatilgan elektrolit bilan tanlab eritiladi (bo‘tananing qoldiq nordonligi 20-60 g/l H₂SO₄).

Qum fraksiyasi mexanik, yoki pnevmatik aralashtirgichli agitatorida tanlab eritiladi. Bunda, ikki valentli temirni uch valentlikka oksidlanishi uchun, marganes rudasi, yoki pirollyuzit MnO qo‘shiladi. Tanlab eritishdan so‘ng, qum yana sinflarga bo‘linadi. Nordon sinflashdan chiqqan qumlik mahsulot nordon tanlab

eritishdagi rux kekidan deyarli farq kilmaydi. SHuning uchun bu fraksiya vels pechiga yuboriladi.

Neytral sinflashdan ajralib chiqqan eritma siklon va elektrofiltr changlari bilan, neytral tanlab eritishga yuboriladi. Bu tanlab eritish pnevmatik aralashtirgichli birin-ketin oʻrnatilgan agitatorlar qatorida oʻtkaziladi. Birinchi agitatorida sulfat kislotaning konsentrasiyasi 50-60 g/l tashkil etadi. Tanlab eritish davrida kislota neytrallanadi. Buning natijasida zarar moddalar gidrolizga uchrab choʻkmaga oʻtishadi. Gidroliz jarayoni birinchi agitatorga marganes rudasini qoʻshib eritmani rN ni oʻzgartirib boshqariladi. Oxirgi agitatorida suyuq fazaning rN 5,2-5,4 gacha koʻtariladi. Gidorolizni toʻliq oʻtilgani oxirgi agitatoridan chiqayotgan boʻtanadagi temir (II) miqdorligi orqali baholanadi. Odatda bu miqdor 30-50 mg/l tashkil qilishi kerak.

Neytral sikldagi oxirgi agitatoridan boʻtana quyuqlashtirgichga yuboriladi. Neytral quyuqlashtirgichdan chiqqan eritma, odatda, yaxshi tindirilgan, eritmada qattiq moddani miqdori 1 g/l dan oshmaydi. Eritma zarar moddalardan tozalanib ruxni elektrolitik tiklanish jarayoniga yuboriladi.

Neytral quyuqlashtirgichlarning quyuq mahsulotining suyuq va qattiq mahsulotlarning nisbati S:Q = 3:4 ga teng boʻlib, nordon tanlab eritishning pnevmatik agitatorlarga yuboriladi. Nordon tanlab eritishning birinchi agitatoriga tarkibida 40 g/l rux va 120-160 g/l H₂SO₄ boʻlgan ishlatilgan elektrolit beriladi.

Ohirgi agitatorida sulfat kislotaning miqdori 0,5-1,0 g/l gacha pasayadi, S:Q ni nisbatligi esa 10-12 gacha koʻtariladi.

Nordon tanlab eritishning ohirgi agitatoridan chiqqan boʻtana quyuqlashtiriladi. Quyuqlashtirgichda kislota neytrallashib pH ning qiymati 4,0-4,5 gacha qoʻtariladi, zarar moddalar gidroliz boʻlib choʻkmaga oʻtadi.

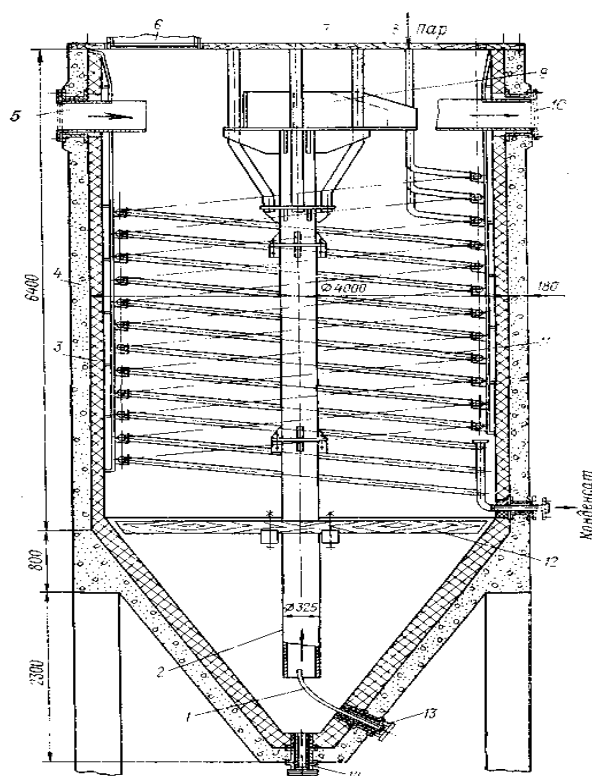
Nazorat savollari

1. Kuydirilgan rux boyitmasini sulfat kislota eritmalarida tanlab eritish amaliyoti?
2. Rux kuyindisini tanlab eritish nazariy asoslari?
3. Kuyindidagi rux sulfatini miqdori?
4. Neytral quyuqlashtirgichlarning S:Q qancha boʻlish kerak?

3.5. Rux kuyindisini tanlab eritish amaliyoti va dastgohlari

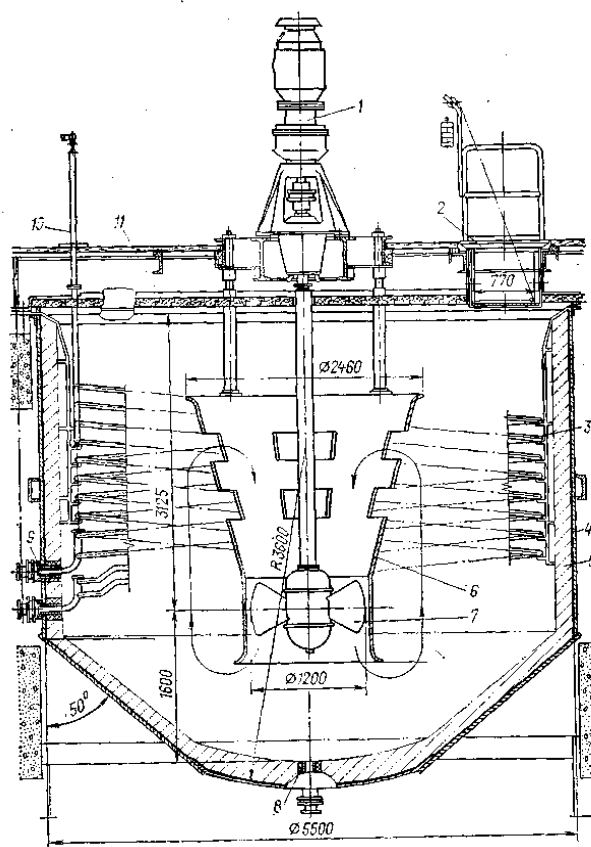
Uzluksiz tanlab eritishda, odatda, pnevmatik aralashtirgichli agitator - "pachuk" qo'llaniladi. Pachuk zanglamaydigan po'lat yoki temir betondan tayyorlangan silindr shaklidagi chandir. CHan ichki yuzasi qo'rg'oshin yoki kislota ta'sir kilmaydigan keramika bilan futerlangan (himoya qilingan). CHanning balandligi 6-10 m, diametri 3-4 m, ishchi hajmi 40 – 100 m³ (5.4 – rasm). CHanning markaziga vertikal truba - aerolift o'rnatilgan. Bu truba orqali 0,2 – 0,25 mPa bosimda havo beriladi. Havo bo'tana bilan aralashib engil aralashma hosil qiladi va tepaga og'ir bo'tana bilan siqib chiqariladi. Aeroliftning tashqari tomonidan og'ir, havo bilan to'yinmagan bo'tana pastga harakatlanadi, buning natijasida pachukda aralashtirish amalga oshiriladi va tanlab eritish reaksiyalari tezrok boradi.

Tanlab eritishning kerakli davomiyligini mavjud qilish maqsadida birin-ketin o'rnatilgan bir necha pachuklar o'rnatiladi. Dastlabki bo'tanani birinchi pachukga yuklanadi, oxirgi pachukdan esa bo'tanani quyuklashtirgichga yuboriladi.



3.5-rasm . Uzluksiz tanlab eritishni olib borish pachuki

Davriy tanlab eritishda jarayon mexanik aralashtirgichli agitatorida olib boriladi. Uning hajmi 150 m³ gacha bo‘ladi. Aralashtirish agitatorida kislotaga bardosh beradigan po‘latdan yasalgan impeller (aralashtirgich) bilan amalga oshiriladi (5.6. – rasm). Agitatorlarga isitish moslamasi o‘rnatiladi.



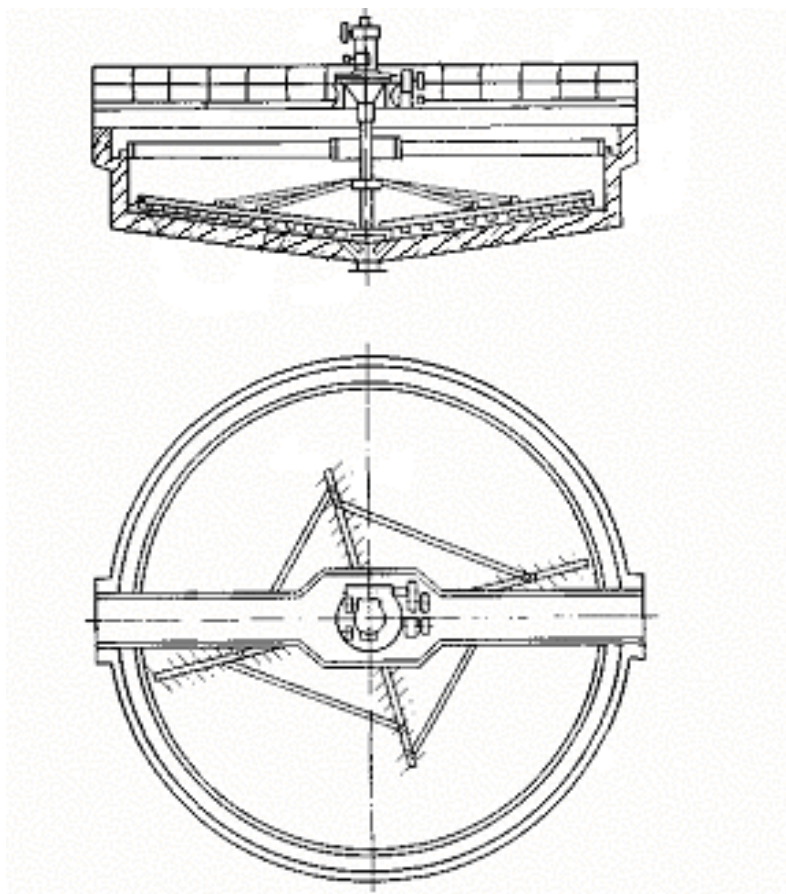
3.6- rasm. Mexanik aralashtirgichli agitator

Kuydirilgan rux boyitmasini tanlab eritishda olingan bo‘tana qattiq va suyuq fazalarga ajratiladi. Fazalarni ajratish uchun quyulqashtirish va filtrlash jarayonlari qo‘llaniladi.

Quyultirish jarayoni “quyultirgich”(sgustitel) deb nomlanuvchi dastgohlarda amalga oshiriladi. Quyultirgich diametri 10-18 m va balandligi 4-5 m bo‘lgan temir betondan yasalgan chandir (5.7. – rasm).

Quyultirgichda qattiq moddalar cho‘kadi va moslamadan chiqariladi. Bo‘tanani suyuq fazasi channi yuqori qismdan chiqarilib bo‘lajak texnologik jarayonlarga yuboriladi.

Quyuklashtirish jarayonini jadallashtirish maqsadida bo‘tanaga poliakrilamid (PAA) qo‘shiladi. Poliakrilamid mayda zarrachalarni kattalashtirib og‘ir flokulalarga o‘tkazadi. Tarkibida qattiq moddalar yo‘q tindirilgan eritma tozalashga yuboriladi. Quyultirilgan bo‘tananing S:Q nisbati 2:1 teng. Quyultirilgan bo‘tana filtrlashga yuboriladi.



3.7. - rasm. Quyuklashtirgich.

3.6. Rux sul'fat eritmalarini zarralardan tozalashning nazariy asoslari va amaliyoti

Sulfat eritmasidagi mavjud bo‘lgan hamma zarra moddalarni 4 guruxga bo‘lsa bo‘ladi.

- 1)Fe, Al, Cu, As, Sd, Ge, Jn, SiO₂;
- 2)Cu, Cd, Ni, Ta;
- 3)Co, Cl, F;
- 4)K, Na, Mg, Mn;

Birinchi guruxdagi aralashmalar eritmadan gidroliz, birga cho‘kish, adsorbsiya va koagulyasiya yo‘llari bilan ajralib chiqadi.

Ikkinchi guruxdan moddalardan tozalash - sementatsiyaon usuli bilan olib boriladi. Bunda elektr salbiyrok bo‘lgan rux undan elektr manfiy elementlarni siqib

chiqaradi va cho'kmaga o'tkazadi. Rux o'zi esa ion holatda eritmada koladi va uni boyitadi.

Uchinchi guruxdagi moddalar faqat kimyoviy usul bilan chiqariladi. Ular maxsus qo'shilgan reagent bilan qiyin eriydigan birikmalar hosil qilib cho'kmaga o'tishadi.

To'rtinchi guruxdagi elementlar umuman ajralib chiqmaydi va eritmada to'planadi. Ulardan tozalash uchun eritmani qismi jarayondan chiqarilib, shu elementsiz toza eritmaga almashtiriladi, chiqarilgan eritmadagi rux keyinchalik ajratib olinadi.

Gidrolitik tozalash

Gidrolitik tozalash metall kationlarni eritmada suv bilan o'zaro bog'lanib qiyin eriydigan gidrooksid hosil qilishga asoslangan. Bunda metalni konsentratsiyasi pasayadi va eritma tozalanadi.

Umumiy holda kationni gidroliz reaksiyasi yoziladi:



bunda: Me^{n+} - metal kationi;

n- kationni zaryadi.

3.22 reaksiyasini o'tishi eritmani rN ga bog'liqdir: nordon muxitda metall gidrooksidni eriydi, aslida esa cho'kadi.

Har bir metalga o'ziga xos eritmani rN qiymati borki, qaysidan gidroliz reaksiyasi muvozanatda bo'ladi. Bu rN ning nomi – rN^0 g. Standart sharoitlar uchun ($a=1 \text{ mol/l}$, $t= 25S^0$) bir qancha rN qiymatlari:

Jadval-3.1

Metal kationi	Co^{3+}	Sb^{3+}	Sn^{2+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Cd^{2+}
Ph	1,0	1,2	1,4	1,6	3,1	4,5	5,9	6,7	7,0

Bu qatorida ruxdan chap tomondan joylashgan aralashmalar gidroliz yo'li bilan tozalanishlari mumkin.

Neytral tanlab eritishda pulpani rN 5,2 – 5,4 oralig'ida ushlanib turadi. Bunda rux gidroliz ham bo'lmaydi. Ionlar So (III), Sb (III), Sn (II), Fe (III), Al(III) bu sharoitlarda erimaydigan gidrooksidlar hosil qilishadi.

Agar (21.1) reaksiya standart sharoitlarga o'xshamasa, rN qiymati kationni eritmalardagi (aktivligiga) bog'liqdir.

$$rN = A - 1/n \lg C \text{ me}^{n+} \quad (3.23)$$

bunda: S – kationni eritmadagi konsentratsiyasi, mol/l;

A – kationga xos doimiylik.

$$\text{O'z qatorida } A = -\lg L - \lg K \frac{1}{n} - \lg \quad (3.24)$$

bunda: L – gidrooksidni erish qobiliyati;

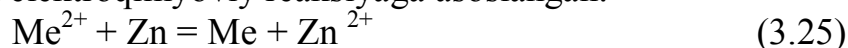
K – suvni ionlar ko'paytmasi;

Me – kationni aktivlik koeffitsienti.

Shunday kilib, neytral tanlab eritish sharoitlarda qiyin eriydigan Fe (III), As (III), Sd (III), alyuminiy, Cu (II) va bir qancha noyob metallar gidrooksidlari cho‘kmaga o‘tishadi va sulfat eritmasi bu zarra moddalardan tozalanadi.

Eritmani sementatsiya yo‘li bilan tozalash

Sementatsiyani elektroqimyoviy reaksiyaga asoslangan:



Bunda aralashma metall ion holatidan metallik holatiga o‘tadi. va chunki, rux – aksincha.

Sementatsiya jarayonining asosida sementator metalning ionlanishi quyilgan:



Rux ionlari eritmaga o‘tadi, lekin elektronif metalda qoladi va unga salbiy zaryad beradi. Standart sharoitlarda ($25^{\circ}\text{S} - \alpha_{\text{Zn}} = 1 \text{ mol/l}$) rux ionlarni o‘z-o‘zidan eritmaga o‘tishi to‘xtaydi, qachonki metalni potentsiali $E = -0,763 \text{ V}$ ga etadi. Ionlanish davom etishi mumkin bo‘ladi, agarda metallik ruxdagi ortiqcha elektronlarni qandaydir ion o‘qziga qabul qilsa, masalan Ca, Cu, Ni va boshqalar. Bunda aralashma metal ioni tiklanadi va sirtida metall shaklda o‘tiradi:



Metallik ruxdan elektronlarni faqat elektro-musbatroq metall va elementlar qabul qilishlari mumkin. Demak, sementatsiya usuli bilan eritmadan faqat ruxdan elektr musbatroq aralashma zarra metallarni ajratib olish mumkin.

Qaysi metallar ajratib olishligi mumkinligini ularni standart elektrod potentsiallarini solishtirib aniqlasa bo‘ladi. Hamma metallar, qaysilarni standart potentsiali $-0,763 \text{ V}$ dan musbatroq bo‘lsa, sementatsiya yo‘li bilan tozalanishlari mumkin.

Jadval-3.2

Standart potentsiali bo‘yicha bir – necha ma’lumotlar:

Metall	E°, V	Metall	E°, V
Na (I)	-2,714	Fe (II)	- 0,0440
Al (III)	-1,663	Cb (II)	- 0,403
Mn (II)	- 1,179	Co (II)	- 0,277
Zn (II)	- 0,763	Fe (III)	- 0,037

Sementatsiya natijasida cho‘kma hosil bo‘ladi, qaysida mis, kadmiy va reaksiyaga kirmagan rux mavjuddir. Cho‘kma – mis – kadmiy keki – filtrlanib kadmiy olishga yuboriladi.

Eritmani kimyoviy tozalash usuli

Kimyoviy usul bilan rux sulfat eritmasini kobaltdan tozalanadi. Eritmada kobaltni miqdori 7-10 mg/l tashkil qiladi. Agarda uni konsentratsiyasi 3-4 mg/l dan ziyodroq bo‘lsa, bo‘lajak ruxni elektroliziga halaqit beradi.

Kimyoviy usulda eritmaga reagentlar nitrozo – naftol ($\text{S}_{10}\text{N}_6\text{N OON}$), yoki Sheippe tuzi ($\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) beriladi. Jarayon 2-4 soat, $40-50^{\circ}\text{S}$ da o‘tadi. SHu davrda kobaltni qiyin eriydigan birikmalari hosil bo‘ladi va cho‘kmaga o‘tadi.

Choʻkma eritmadan filtrlarda ajrashiladi. Filtrlashdan oldin eritma oxak bilan $rN=5,4$ neytrallanadi.

Kobaltni qoldiq mikdori eritmada 1 – 2 mg/l tashkil qiladi. Choʻkma esa 2% kobaltga ega. Bu choʻkmadan kobaltni ajratib olish mumkin.

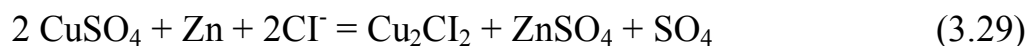
Eritmada xlori mikdori 500-800 mg/l gacha boradi. Boʻlajak texnologik operatsiyalarga xalaqit bermasligi uchun, xlori mikdorligi 80-150 mg/l dan oshmasligi kerak.

Xlardan eng effektiv tozalash usuli – uni kumush tuzlari bilan choʻktirishdir:



Xlor kuchsiz nordon muxitda, qoldiq mikdorligi 1 – 2 mg/l gacha choʻktiriladi. Odatda etirmani qisman tozalashda va tozalanmagan eritma bilan aralashtiriladi.

Bir xil zavodlarda mis tuzlari yordamida tozalanadi.



Xlorning qoldiq mikdori 100 – 150 mch/l tashkil qiladi.

Nazorat savollari

1. Rux kuyindisini tanlab eritish amaliyoti va dastgohlari?
2. Standart potentsiali boʻyicha maʼlumotlar keltiring?
3. Eritmani sementatsiya yoʻli bilan tozalash usullari?
4. Hidrolitik tozalash amaliyoti?

3.7. Ruxni eritmalardan elektroliz usulida ajratib olish jarayonining nazariy asoslari

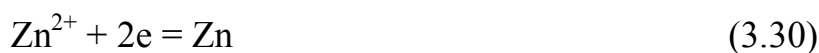
Rux – ogʻir rangli metallardan eng elektromanfiylardan biri. Uni standart potentsiali – 0,7636, vodorodniki esa – 0,08, yaʼni $E_{\text{Ni}} > E_{\text{Zn}}$. Buning natijasida ruxni elektrtiklanishi murakkab, tezda oʻzgaradigan, noturgʻun elektroqimyoviy jarayon. Elektrmanfiy ruxni, elektrmusbat vodorodga nisbatan elektrodga oʻtirishi, vodorodga oʻtirishi, vodorodni ruxda oʻta kuchlanishi bilan bogʻliqdir. SHuning uchun, elektrtiklanishda oʻta kuchlanishni saqlab turadigan sharoitlarni saqlab turish kerak. Vodorod kuchlanishiga oid hamma omillar ruxni korroziyasiga va tokdan foydalanish koeffitsientini pasayishiga, rux elektrtiklanish jarayonini buzilishiga olib keladi.

Vodorodni o'ta kuchlanishiga tok zichligi, harorat, katoda o'tirgan rux sirtini ahvoli, elektrolitni tarkibi va zarra aralashmalarni mavjudligi ta'sir qiladi.

Amaliyotda ruxni elektr o'tkazish yashik shaklidagi vannada, erimaydigan qo'rg'oshin, yoki qo'rg'oshin kumush anod yordamida o'tkaziladi. Vannaga uzluksiz tozalangan neytral rux eritmasi beriladi va ishlatilgan elektrolit chiqazilib yuboriladi. Rux alyuminiydan yasalgan matritsaga cho'ktiriladi, kaysidan biri sutkada bir marta ajratib olinadi.

YAproq katod ruxni induksion pechda xlor ammoniy qatlam ostida eritiladi va quyma moslamaga quyiladi.

Suv sulfat kislotali rux eritmasidan metalni katodga cho'ktirishda, quyidagi reaksiyalar o'tishi mumkin:



Katod potentsiali, elektrolitni tarkibi va elektr o'tkazish sharoitlarga qarab 3.30 – 3.32 reaksiyalardan biri oqib o'tadi. Katoda ionlarni razryad potentsiali Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln a \quad (3.34)$$

Bunda: E_0 – ionni normal potentsiali;

R – gaz doimiyligi;

T – absolyut;

A – Faradey konstantasi;

n – iondagi zarralar soni;

a – ionni aktivligi;

- polyarizatsiyalanishi.

Vodorodni ruxdagi o'ta kuchlanishi tok zichligi bilan Tafel tenglamasi orqali bog'langan:

$$\eta = a + v \lg i \quad (3.35)$$

Bunda a va v – doimiyliklar 20 s da doimiyliklarni qiymatlari: $a = 1,24$ va $v = 0,118$.

Texnikaviy ruxda vodorodni o‘ta kuchlanishi tok zichligiga bog‘liq. Masalan, tok zichligini 400 – 600 A/m oralig‘ida, o‘ta kuchlanish qiymati 1,11-1,13 V ni tashkil qiladi.

Ruxni elektr o‘tkazish amaliyotida vodorodni ruxdagi o‘ta kuchlanishini oshirish katta ahamiyatga ega. Uni tok zichligini oshirish, elektrolit haroratini pasaytirish, eritmani zarra moddalardan tozalash, eritmaga aktiv moddalar kushish yo‘llari bilan amalga oshirish mumkin.

Tokdan foydalanish koeffitsientini rux konsentratsiyasi pasayishi bilan kamayadi. Ayniqsa, rux konsentratsiyasi 50 g/m³ pastroq bo‘lib kolsa, kislotani elektrodida konsentratsiyasi kamayishi tokdan foydalanishini oshiradi.

Haroratni oshishi tokdan foydalanishni pasayishga olib keladi.

Elektr quvvatini solishtirma sarfi aniqlanadi:

$$W = U / 1.219, \text{ kv. s/kg}$$

bunda U – vannadagi kuchlanish, 1,219 – elektroqimyoviy ekvivalent.

- tokdan foydalanish.

Vanna elektr balansi

Nordonlik 91 g/l, harorat 35 °S, bir xil elektrodlararo masofa 76 mm, tok zichligi 373 A/m² sharoitlarda ishlaydigan vanning elektr balansi:

Ko‘rsatkich	Vannadagi kuchlanish, V	Umumiy qismi, %
Elektrodlardagi potentsiallarni ayrimi	2,892	77,2
ΔU , shlam va anoda	0,03	0,8
ΔU , eritmada	0,561	15,0

ΔU , kontaktlarda	0,261	7,0
ΔU vannadagi	3,744	100,0

Zavodlarning faoliyatiga asoslangan holda, elektrolitda zarra aralashmalarining ruxsat etilgan miqdorliklari 3.2 –jadvald ko‘rsatilgan:

3.2-jadval

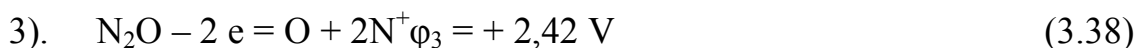
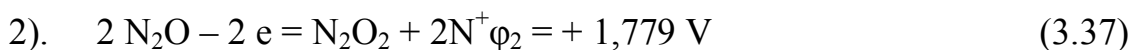
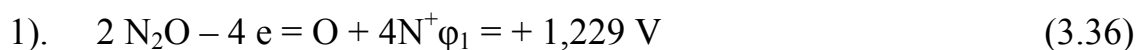
mg/g		mg/l		g/l	
Cu	0,1 – 0,2	C	2 – 8	Mn	3 – 10
Co	2 – 4	As	0,1 – 0,2	Mg	10 – 17
Ni	0,5 – 1,0	Sb	0,1 – 0,2	Na	5 – 10
Fe	50 – 100	Cl	0,05 – 0,1	Cl	0,05 – 0,1
A	0,03 – 0,04				

Zarra aralashmalarining miqdorini ko‘rsatilgan chegaralarda ushlab turish foydalanish bilan yuqori sifatli rux olish imkoniyatini beradi.

Anod jarayoni

Anod qo‘rg‘oshin, yoki uni kumush bilan quymasidan tayyorlangan. Qo‘rg‘oshin anod sifatida qo‘llash uni sulfat kislotali elektrolitda passivlik holatiga o‘tishi bilan bog‘liqdir. Passivlik holatiga o‘tishi uni sirtida Pb O oksid qatlami paydo bo‘lishi bilan tushuntiriladi.

Taxmin qilish mumkin, anoda quyidagi reaksiyalardan biri oqib o‘tadi.:



Bundaφ – oksidlovchi tiklovchi potensial

Rux elektr o‘tkazishini real sharoitlarda (3.36) reaksiyani o‘tish extimoli ko‘proq.

Qo‘rg‘oshindan tayyorlangan anodlarda bir qancha kamchiliklar bor:

1) anodda kislorodni ajralib chiqish jarayonini yuqori potentsiali (2,1 V, tok zichligi 500 A/m² da);

2) eritmada qo'rg'oshinni qisman eruvchanligi va elektrolitni zarra moddalar bilan ifloslantirish;

3) elektroliz jarayonida anodlarning tashqi ko'rinishini o'zgarishi;

Bu kamchiliklardan qo'rg'oshin 1% kumush bilan qo'shilgan anodlar ozoddir, shuning uchun bunday anodlar amaliyotda keng tarqalgan.

Nazorat savollari

1. Ruxni eritmalardan elektroliz ajratib olishning nazariy asoslari?
2. Anod jarayoni tasnifi?
3. Amaliyotda ruxni elektr o'tkazish maqsad?
4. Vanna elektr balansi qancha?

3.8. Ruxni elektr cho'ktirish jarayonining ko'rsatgichlari va rejimlari

Elektroliz jarayonlari o'tkazish sharoitlariga qarab zavodlar 3 guruxga bo'linishlari mumkin:

1) Tok zichligi 350 – 500 A/m² va ishlatilgan elektrolitni kislotaligi 90 – 120 g/l H₂SO₄ zavodlar (standart sxema);

2) Tok zichligi 500 – 600 A/m² va ishlatilgan elektrolitni kislotaligi 150 – 200 g/l H₂SO₄ zavodlar (intensivlashgan sxema);

3) Tok zichligi 1000 A/m² va ishlatilgan elektrolitni kislotaligi 300 g/l H₂SO₄ zavodlar (Teynton metodi);

Hamma zavodlarning asosiy yo'nalishi – iloji boricha toza elektrolit bilan ishlash myshyak, surma va kobalt kabi aralashmalardan chuqur nisbatdan yuqori haroratda ishlashga imkon beradi.

MDX davlatlarida elektrolizni 500 – 550 A/m² tok zichligida olib boriladi. Sanoat tarkibi shuni ko'rsatadiki, tok zichligi 500 dan 700 A/m² gacha oshirilsa elektroliz vannasini unumdorligi 40% ga ko'tariladi va nisbatlik elektr energiyasining sarfi faqat 6% oshadi. Iqtisodiyot tomonidan bu tadbir oqlangandir.

Elektroliz ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun, ko'pincha qo'shimcha sifatida stolyar kleyi beriladi. Uning sarfi 1 t quyma ruxga 0,1 – 0,55 kg tashkil etadi. Qanchalik elektrolitda aralashmalar ko'p bo'lsa, shunga kleyini sarfi oshib boradi. Ammo bunda elektrolitni o'zi kley bilan zaxarlanadi va bu tadbir cheklangan holda qo'llanishi mumkin.

Elektroliz sexlariga sulfat kislota bog'i chiqishi oldini olish uchun, elektrolitga ko'pik beruvchi moddalar qo'shiladi. MDX davlatlarda shunday modda hisobida saponin (sovunli ildiz) qo'llaniladi. Nisbatdan murakkab va mustahkam ko'pikni albumin (bo'qa koni) tashkil qiladi. Albuman ham qo'llanishi mumkin.

Elektrolitni aylanmokligi va sovutilishi

Eritmani aylanmoqligi uni sovitish sistemasiga bog'liqdir. Zamonaviy zavodlarda vannalan bir balandlikda joylashgan va neytral, tozalangan va ishlatilgan elektrolitlarni intensiv aylanmoqligi qo'llaniladi. Bunday aylanmoq sistema intensiv sxemada ishlaydigan zavodlarda qo'llaniladi, chunki ajralib chiqayotgan fisotsis issiqligi maxsus moslama bilan chiqarishga iloji yo'q. Bu holatlarda elektrolitni markazlashtirgan sovutish sistemasi qo'llaniladi. Sovutish vakuum – bo'g'lanish dastgoxida o'tkaziladi.

Aylanmoq va sovutish sistemasini tanlash elektroliz tarkibiga bog'liq. Tok zichligi $400-550 \text{ A/m}^2$ atrofida bo'lsa bir karra aylanmoq etarlidir. Bunda elektroda ajralib chiqayotgan gaz eritmani qo'shimcha aralashtiradi.

Elektroliz sexlarni tashkili

Rux elektrolizni sexlari uchta asosiy bo'limlardan iborat: tok berish elektroliz va katodli ruxni qayta eritish. Vannalar bir balandlikda o'rnatiladi.

Elektroliz sexini asosiy dastgoxi anod va katodli vanna, tok o'tkazuvchi shishalar, elektrolitni quyish va chiqarish moslamalari va uni sovutish. Vanna temir betondan tayyorlanib uni ichki o'lchamlari: uzunligi 1,5 – 3,9 m; enligi 0,8-0,9 m; chukurligi 1,0 – 1,4 m. Vannani ichki sirti vilinlast bilan tayyorlangan.

Vannadagi katod va anodlarning soni vannani o'lchami va elektrodlar masofaga bog'liqdir. Ko'p zavodlarda bir xil elektrodlar aro masofa 70-80 mm. Bu masofani kamaytirish qo'shimcha elektrodlar joylashtirishga imkon yaratadi. Bu tadbir tok zichligi o'zgarmagan holda unumdorlikni oshirishi mumkin. Faqat elektrodlarni o'ta yaqinlashtirish katod va anodlarda qisqa tutashuv bo'limiga olib kelishi mumkin.

Katodlarni A 1 markali alyuminiydan tayyorlanadi. Uni eni 4-5 mm. Dendrit hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida katod, anodga nisbatdan, 20-25 mm ga enliroq va uzunroq qilinadi.

Katodlarni chekkalariga rux utirmasligi uchun unga rezinali plenka kiydiriladi.

Anodni ko'pchilik zavodlarda 1 % kumushi bor, qo'rg'oshin eritmasidan yasaladi.

Elektrolitlarni sovutish vakuum-bug'lovchi moslamalarda o'tkaziladi. Uni ishlash prinsipi: suyuqlik ustida vakuum paydo qilinadi. Buning natijasida suv qaynaydi va bug'lanadi. Qolgan eritma esa bug'lanish issiqligi natijasida belgilangan haroratgacha sovutiladi.

Vannalarni elektr zanjiriga va elektrodلarni ulash sxemalari

Sanoatda qo'llaniladigan elektr to'g'rilagichlar kuchlanishini 550-750 V da samaradorli ishlaydi. Vannadagi kuchlanish 3,5-3,7 V bo'lgani uchun, zanjirga birin-ketin 150-200 vanna ulaniladi. Bular bir seriyani tashkil qiladi.

Vannalar ikkilangan qator bilan ulanadi. Vannalarga eritma bilan ta'minlash elektroliz boshqarishida katta ahamiyatga ega. Vannaga neytral eritmani sarfi 1,5-4,0 l/min oralig'ida bo'ladi. Sulfat kislotani miqdorligi rux va kislotani molekulyar og'irliklarini nisbatligidan kelib chiqadi:

$$K = 1,5 (S_m - S_n) \text{ g/l} \quad (3.39)$$

Bunda K – ishlatilgan elektrolitdagi kislotani konsentratsiyasi, g/l

S_n – neytral elektrolitdagi ruxning miqdorligi, g/l

So – ishlatilgan elektrolitdagi ruxning miqdorligi, g/l Neytral eritmani zichligi, asosan, undagi ruxni miqdoriga bog‘liq. Rux eritmasini sulfat kislotasiga almashtirish, elektrolitni zichligini kamaytiradi. Odatda rux cho‘kmasini katoda o‘stirish 24 soat davom etadi. Rux katoddan qo‘l moslamalari yordamida ajratib olinadi. Vannadan bir paytda 5-10 katod olinadi.

Ajratib olingan katodli rux chutkalariga kuyiladi. Katodli rux xlorli ammoniy ostida induksion pechda eritiladi. Xlorli ammoniyni sarfi cho‘tkali ruxni 0,5-0,6 % tashkil qiladi. Pechning sig‘imi -20 t, ishlab chiqish unumdorligi – 120 t/sutkada.

Bir necha texniko-iqtisodiy ko‘rsatkichlar:

- tokdan foydalanish – 91,2 %;
- elektr quvvatini nisbatlik sarfi – 3010 kvh · s/t;
- vannadagi elektr kuchlanishi, - 3,29 V;
- ruxni isrofgarchiligi – 0,3 – 0,4 %;
- ruxni changga o‘tish – 1,5 – 2,0 %;

Nazorat savollari

1. Ruxni elektr cho‘ktirish jarayonining ko‘rsatkichlari va rejimlari?
2. Elektroliz sexlarni tasnifi?
3. Vannalarni elektr zanjiriga va elektrodni ulash sxemalari qanday?
4. Amaliyotda ruxni elektr o‘tkazish maqsad?

3.9. Rux keklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash – vel'sevlash jarayoni

Rux keklari sulfidli konsentratni gidrometallurgik usuli bilan qayta ishlash texnologiyasini yakunlovchi mahsuloti hisoblanadi. Uning chiqishi dastlabki xom ashyo sifatiga bog‘liq. Boy va toza konsentratlarda kekni chiqishi 20-25 % buladi. O‘rta sifatli konsentratdan esa 40-45 % kek ajralib chiqadi (konsentratning massasiga nisbatdan).

Rux keklarini taxminiy tarkibi, %: 19-24 Zn; 5-12 Pb; 0,3-1/3 Cu; 0,1-0,2 Cb; 23-32 Fe; 5-10 S (buning ichida 1,5-5,0 S); 10-12 SiO; 0,4-3,2 CaO; 0,3-1,3 MgO; 0,5-1,0 Mn va 170-425 g/t Ag. Ruxni kekda shunday katta miqdorligi kuydirish davrida ferritlar paydo bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Agarda rux, qo'rg'oshinva ularni birikmalarini yuqori uchuvchanligidan foydalanilsa, ma'lum sharoitlarda uchadigan jismlarni vozgon shaklga o'tkazish mumkin. Vozgon asosan rux va qo'rg'oshin oksidlaridan iborat bo'ladi, qoldiqda esa klinker bo'ladi. Klinkerda boshqa elementlardan bir boshqa mis va nodir metallar bor. Bunday tiklovchi-distilyasion kuydirish rux keklarini qayta ishlashda keng tarqalgan va velsevlash usuli deb nomlangan.

Velsevlash yoki vels – jarayon aylanadigan trubali pechda, 1000-1200°S harorat oralig'ida o'tkaziladi. Haroratning yuqori qiymati shixta eruvchanligi bilan cheklangan, qaysi butun jarayon davomida qattiq holatda bo'lishi kerak.

SHixta tarkibiga tiklovchi modda koks kiritiladi. Bunda jarayonni dastlabki daqiqalarida quyidagi reaksiyalar ro'y beradi.



Gaz fazasida SO ni oksidlanishi yuqori haroratni ushlab turishga ko'maklashadi:



rux bug'lari esa oksidlanadi:

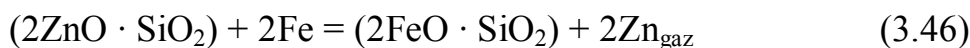


va gaz oqimi bilan chang ushlab sistemasi chiqariladi.

Pechning birinchi qismida deyarlik to'la rux sulfati va qisman rux ferriti ajraladi. Buning natijasida ruxni sulfid va oksid turlari oshadi. Pechning ikkinchi qismida (24.1, 24.3) reaksiyalar oqib o'tishi natijasida oksid va ferritlar keskin kamayadi.

Pechning o'rta qismida rux oksidi kremniy dioksidi bilan o'zaro bog'lanib silikatlar ko'payishiga olib keladi.

Temir rux va qo‘rg‘oshin ferriti, magnetit va gematit shakllarda albatta velsevlashga kelgan kekda bo‘ladi. Bu temir pechning ikkinchi yarmida oksid va sulfidlardan metallik holatiga aktiv tiklanadi. Buning natijasida qo‘shimcha rux qiyin tiklanadigan moddalardan vozgon shaklga o‘tadi.:



SHunday qilib, velsevlash jarayonining yakunida pechning reaksiya massasida ruxni oksid, sulfid va silikat shakllari kamayadi. Klinkerda ruxni qolgan miqdori, %: 0,1-1,0 % tashkil qiladi. Klinkerda rux quyidagi shakllarga uchraydi, sulfid 45; silikat 17; alyuminat-ferrit 20; oksid 18.

Velsevlash davrida temir ruxni ajralib chiqishiga ko‘maklashadi. Faqat 1180°S da (2FeO·SiO₂) – FeO evtektikasi eriydi va qattiq cho‘kma (настыл) paydo bo‘lishiga olib keladi. Undan tashqari, temirni uglerodlanishini chunun hosil qiladi va ular yirik zuldir turiga aylanadi. SHu sababli vels pechda 1150°S yuqori harorat zonasi iloji boricha kisha bo‘lishi kerak.

Qo‘rg‘oshin kekda quyidagi shakllarda bo‘ladi, %: sulfat 60; ferrit 10-15; silikat 10-15; sulfid 5-10. Velsevlash davrida qo‘rg‘oshin sulfid va oksidi parholatiga o‘tib vozgon tarkibiga kiradi.

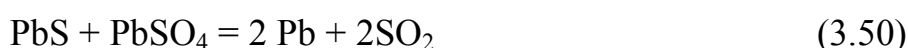
Pechning birinchi yarmida qo‘rg‘oshin sulfatini sulfdgacha intensiv tiklanishi bo‘ladi:



PbS qisman uchib vozgonga o‘tadi, qolgan qismi esa mis va temir sulfidlari bilan shteyn hosil qiladi. Sulfatni qismi ajraladi va oksid hosil qiladi:



Qo‘rg‘oshin birikmalari o‘zaro bog‘lanib metallik qo‘rg‘oshin hosil qilishlari mumkin:



Metallik qo‘rg‘oshin par holatiga o‘tmaydi va klinkerda to‘planadi. Klinkerda qo‘rg‘oshinni qoldiq miqdori 0,5-0,8 %. Klinkerdagi shakllar, %: metal 40; sulfid 29; alyuminat 25; oksidvasilikat 6. Mis, oltin va kumush velsevlash davrida to‘lik klinker tarkibiga o‘tadi..

Velsevlash jarayoni uzunligi 100 m dan ko‘proq bo‘lgan quvur simon pechda olib boriladi. Uning diametri 2-2,5 m. Pech gorizontga nisbatdan 3-5 burchak gradus qiyalikda joylashgan. Pechni ichki sirti futerlangan.

Vels pechning taxminiy issiqlik balansi, %:

kirish		chiqish	
Koks yonishi	75	Texnologik gazlar	40-45
Tabiiy gaz yonishi	4	Klinker	11-15
Ekzotermik reaksiyalar	21	Endotermik reaksiyalar va shixtani isitilishi	12-15
		SHixtani namligi bug‘lanishi	10-12
		Kladka orqali isrofgarchilik	10-15

Pechga yuklanadigan materiallarni kattaligi 5-10 mm bo‘lishi kerak.

Koksni shixtadagi miqdori qayta ishlanadigan moddani og‘irligini 35-45 % tashkil qiladi.

Pechda shixta barabanni 1 ayl/min tezligida aylanishida aralashtiriladi va bosh qismidan pastga qarab siljayadi. Odatda shixta pech xajmini 15-20 % egallaydi.

Kuydirishda ajralib chiqadigan gazlar sovutiladi va changdan tozalaniladi. Katta o‘lchamli changni shixtani mexanik ajralib chiqqan bo‘ladi va changni umumiy qismidan 5-6 % tashkil qiladi. Bu chang ushlanib yangitdan vels pechda yuklanadi. Mayda vozgonlarda 60-70 % rux bor. Ular filtrlarda ushlanib mustaqil qayta ishlanadi. Ruxni vozgonga ajralib o‘tishi 90-93 % tashkil qiladi, qo‘rg‘oshinesa – 90 %.

Pechning nisbatlik ishlab chiqish unumdorligi bir sutkada 1 m ishchi xajmdan taxminan 1 t shixtani tashkil qiladi.

Klinkerni taxminiy tarkibi, %: 0,9-6 Cu; 0,7-2 Zn; 0,5-1,5 Pb; 2—4- Fe; 15-20 C; 2-20 g/t Au; 50-200 g/t Ag.

Nazorat savollari

1. Rux keklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash prinsipi?
2. Rux keklarini taxminiy tarkibi keltiring?
3. Koksni shixtadagi miqdori qancha?
4. Velsevlash yoki vels – jarayon tasnifi?

3.10. Rux keklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash

Rux kekini gidrometallurgik usuli bilan qayta ishlash rux ferritini sulfat kislotasida eritishga asoslangan. Bunda rux va temir eriydigan sulfat holatiga o‘tkaziladi. Keyinchalik temir eritmadan harxil qiyin eriydigan birikmalar shaklda (gidrooksid, getit, yarozit) cho‘ktiriladi. Rux ferriti yuqori konsentratsiyali sulfat kislotasida baland haroratlarda eriydi.

Ruxkekinigidrometallurgikqaytaishlashhozirgipaytdakengtarkalayotganjara yondir. Ko‘pixtirokilinganusullardanfaqatgetitvayarozitjarayonlarqo‘llanayotir.

Getit jarayon

Rux kekini ishlatilgan elektrolit bilan 6-8 davomida 95 °C haroratda tanlab eritiladi. Jarayon erkin sulfat kislotani 50 g/l qoldiq miqdorigacha davom etiladi. Olingan qo‘rg‘oshin-kumush kek o‘z tarkibida 25 % Rb va 3-4 % Zn ega bo‘ladi va qo‘rg‘oshin zavodlarga yuboriladi. Kekning ajralib chiqishi umumiy rux kekini 1/3 tashkil etadi.

Kekning tanlab eritilgan eritmada temirning qismi (30 g/l) Fe (SO) turida uchraydi. Vaqtdan oldin temir (I I I) gidrolizini oldini olish maqsadida temirni rux sulfidi bilan tiklaydilar:



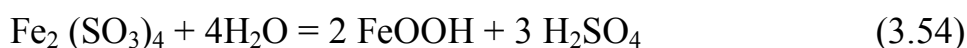
Tiklanish reaksiyasini 97°S da 3-4 soat davomida olib boriladi. Jarayonni sulfidli kekni, qaysida 20% Zn va 50% C bor, dastlabki konsentrat bilan birga kuydirishga yuboriladi.

20 g/l H₂SO₄, 20 – 30 g/l ekvivalentligi temir va 1 g/l uch valentli temirga ega bo'lgan eritma neytralizatsiyaga boriladi. Neytralizator hisobida ogarok qo'llaniladi:



Eritma H₂SO₄ ni miqdorini 3 g/l gacha pasaytiriladi. Bunda Fe (III) chukmaga o'tadi. Neytralizatsiyadan so'ng quyultirilgan mahsulot tanlab eritishga qaytariladi, eritmadan esa getit cho'ktiriladi.

Operatsiyani 90-95 °S da 6 soat davomida o'tkaziladi. Bunda eritmani qo'shimcha neytralizatsiya qilib, rN = 1,5 – 2,5 pasaytiriladi va Fe (II) ni havoda kislorod bilan oksidlantiriladi. Temirni oksidlanishi Cu (II) ishtirokida tezroq o'tadi. Oksidlangan temir gidrolizga uchraydi va qiyin eriydigan getit (- FeOOH) hosil qiladi.



Cho'kma deyarlik yaxshi quyuglanadi va filtrlanadi. Getit keki, qaysida 50 % Fe va 3 – 4 % Zn mavjud, otvalga tashlanadi, eritma esa – neytral tanlab eritishga yuboriladi. Getit jarayonida rux kekidan 80% Zn va Cd va 70% Cu ajratib olinadi. Bu ruxni zavod bo'yicha ajratib olish darajasini 95 – 96 % oshirishga olib keladi.

Ruxni yuqori darajada ajratib olishdan tashqari, getit jarayonini yana bir necha yutuklari bor. Bularni ichida eritmani 70% gacha quyidagi zarra aralashmalardan tozalash mumkin: As, Sb, Ge, In, A va boshqalar. Getit cho'kma engil filtrlanadi [0,5 – 1,0 t/ (m· soat)]. Jarayon defitsit bo'lmagan (rux konsentrati, ogarok, ishlatilganelektrolit, havo) moddalar va oddiy moslamalar qo'llaniladi.

Yarozit – jarayon

Rux kekini 150 – 200 g/l H₂SO₄ eritmasida 80 – 90 °S 4 – 6 soat davomida qayta ishlanadi. Qoldiq (asosan PbSO₄, SiO₂ va temir oksidlari) oltin va kumush boyitilgan bo'lib eritmadan ajratib olinadi va qo'rg'oshin zavodlariga yuboriladi. Eritmada rux, kadmiy, mis va boshqa sulfat kislotasida eriydigan moddalar bor.

Eritmada H_2SO_4 ni qoldiq miqdori 40 – 60 g/l bo'lgani uchun uni 10 g/l gacha pasaytirish maqsadida ogarok bilan neytrallashtiriladi.

Pulpani qattiq fazasini eritmadan quyuqlashtirgichda ajratib olinadi. Quyuqlangan pulpa kekni tanlab eritish bosqichiga yuboriladi. Eritma esa temirdan tozalashga yuboriladi. Temirdan tozalash 85 – 95⁰S olib boriladi. Tozalashga kislorodga boyitilgan havo qo'llanadi, yoki pirollyuzit qo'shiladi. Eritmaga, qanday yarozit olish maqsadida, potosh, soda yoki ammiak suvi qo'shiladi. Ogarkni eritmani rN = 1 – 1,5 gacha pasayguncha qo'shiladi.

Yarozit cho'kma 40 g/l H_2SO_4 eritma bilan yuviladi va filtrlanadi. Yarozitni cho'ktirishda ko'pgina zarra aralashmalardan eritma tozalanadi. Cho'kmadagi aralashmani miqdori uni dastlabki eritmadagi miqdoriga bog'liqdir:

$$S_{\text{qoldiq}} = K S_{\text{eritma}} \quad (3.55)$$

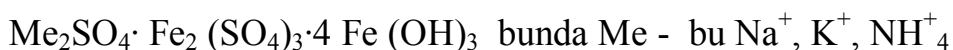
Bunda: S_{qoldiq} va S_{eritma} – aralashmaning cho'kma va eritmadagi miqdori %.

K – ajratib olish koeffitsienti.

Ajratib olish koeffitsienti aralashmani eritmadan chiqarilishi va cho'kmada tanlanishini baholaydi. Yarozit bilan yuqori darajada birga cho'kishadi (K=5 – 13): As(V); Sb (III), Jn (III), Ca (III), Te (I), A. Ancha kamrok cho'kadi (K= 0,5 – 1,4) : Cu (II), Ni (II), Co (II), Al (III), As (III), Ge (IV). Umuman cho'kmaydigan aralashmalar: Cd (II), Mg (II), Mn (II), Cl⁻.

Yarozit bilan ruxni birga cho'kishi deyarlik kam, faqat uni eritmadagi yuqori miqdorligida (160 g/l) cho'kmadagi miqdorligi 1% tashkil qilishi mumkin.

Yarozit – jarayon temirni qiyin eriydigan murakkab modda shaklida ajralib chiqishi bilan yakunlanadi. Yarozit cho'kmani formulasi:



Temirni yarozit shaklida o'tkazish ruxni zavod bo'yicha yuqori darajada (95 – 96%) ajratib olishga imkon yaratadi. Qo'rg'oshin va qimmatbaxo metallarni (94-97%) qo'rg'oshin– kumush kekiga o'tadi..

Vozgonlarni gidrometallurgik usuli bilan qayta ishlash

Vozgonlarni aloxida siklda yoki kuydirilgan konsentrat bilan qayta ishlanadi. Bir xil zavodlarda, tanlab eritishdan oldin, vozgonlar kuydiriladi. 600 – 700 °S da 1 – 2 soat davomida kuydirish natijasida 75% CI va 70 – 75% F yo‘qotiladi. Mıshyak eriydigan holatga o‘tadi, uglerod esa yonib ketadi. Vozgonlarni kuydirish bo‘lajak texnologik jarayonlarning ancha osonlashtiradi va rux va kadmiyni eritmaga o‘tish darajasini oshiradi.

Vozgonlarni gidrometallurgik qayta ishlash quyidagicha olib boriladi. Tanlab eritishni davriy sxemasi bo‘yicha 70 – 80°S olib boriladi. Sulfat kislotasini boshlang‘ich konsentratsiyasi 160 – 170 g/l tashkil qiladi. Vels – oksid qo‘shilib kislotani 15 – 20 g/l gacha neytrallashtiradi. Bunda eritmaga Zn, Cd, Jn, As, Sb, CI, Fe o‘tadi. Qoldiq qo‘rg‘oshin keki bo‘lib maxsuslashtirilgan zavodlarga yuboriladi. Eritma rux zavodlardagi sxemalar bo‘yicha qayta ishlanib kerakli moddalar ajratib olinadi.

Nazorat savollari

1. Rux kellarini gidrometallurgik usulda qayta ishlashdan maqsad?
2. Vozgonlarni gidrometallurgik usuli bilan qayta ishlash usulli?
3. Yarozit – jarayon?
4. Getit jarayon?

3.11. Kadmiy birikmalarning xususiyatlari va ularni texnologik jarayonlarga ta'siri. Mis-kadmiy kekini qayta ishlash

Kadmiy periodik sistemasini II gurux elementi, atom nomeri 48, atom og‘irligi 112,4. Kadmiy oq rangli metall, zichligi 8,63 – 8,69 g/sm³, erish harorati 321 °S, qaynash harorati 767 °S. Kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha kadmiy ruxga yaqin. Standart elektrod potentsiali – 0,403 V. Kadmiyni elektroqimyoviy ekvivalenti 2,096 g/ (A*soat).

Amaliyotda kadmiyni sulfat va sulfidi katta ahamiyatga ega. Kadmiy sulfati CdSO₄ suv va sulfat kislotasini suvdagi eritmalarida eriydi.

Sulfat kadmiyni eruvchanligi sulfat kislotasini miqdorligi oshib borishda tobora kamayib boradi. Bunday xususiyatni kadmiy sulfatni olishda qoʻllaniladi. Oldin metallik kadmiy sulfat kislotasida eritilib, keyinchalik choʻkmaga oʻtkaziladi. Jarayon «vЫsalivanie» deb nomlangan.

Kuydirilgan rux konsentratini tanlab eritishda kadmiy oksidi, sulfat iva silikati quyidagi reaksiyalar boʻyicha toʻliq eriydi:



Kadmiy sulfid va ferriti kuchsiz sulfat kislota eritmasida erimaydi. Kadmiy sulfidi kuchli xlor va azot kislotalarida eriydi. Xudi shunday kuchli qaynagan sulfat kislotasi va uch valentli temir sulfati eritmasida ham eriydi.

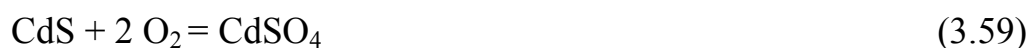
Umuman, kadmiyni tanlab eritishda ajratib olish, ruxga nisbatan pastroq. Kadmiy sulfidi yuqori miqdorligi boʻlgani sababli, metalni ajratib olish darajasi 70% dan ortmaydi.

Qolgan kadmiyni tanlab eritishning qoldigʻi – kekga oʻtadi. Rux kekini velsevlash davrida 90 – 95% kadmiy ajratib olinadi va vazgonlarga oʻtadi.

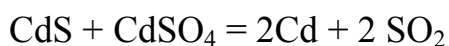
Vels – oksidlarni tanlab eritishda 60 – 70 % kadmiy eritmaga oʻtadi. Agarda eritmaga kislota qoʻshishga berilsa, ajratib olish 15 – 20% koʻpayishi mumkin.

Rux sulfati eritmasidan kadmiy sementatsiya orqali olinadi. Eritmani kadmiy va misdan rux kukuni bilan tozalashda, kadmiy deyarli toʻliq choʻkmaga oʻtadi. Bu choʻkma mis – kadmiy keki deb nomlanadi va kadmiy olishni asosiy xom-ashyo hisoblanadi.

Kadmiy sulfidi atmosfera muxitda qizitilsa sharoitlarga qarab, sulfat oksid holatlariga oksidlanadi.



300⁰C da ko‘zga ko‘rinarli darajada kadmiy sulfati hosil bo‘ladi, 600 ⁰C da esa kadmi yoksidi paydo bo‘ladi, 700⁰C da kadmiy sulfatg areaksiya oqib o‘tishi natijasida to‘liq yo‘qoladi:



(3.61)

Metallikkadmiy tezlik holatd ahavodagikislorodhisobiga oksidlanadi:



Buning natijasida 600⁰C dan yuqori haroratlarda kadmiy asosan oksid holatida uchraydi.

700-100⁰C oralig‘ida kuydirishda kadmiy sulfidi, boshqa metallarga nisbatdan, sekinroq oksidlanadi. Oksid aralashmasi paydo bo‘ladi.

700-900⁰C oralig‘ida ferrish va silikatlar paydo bo‘lishi mumkin:



Kadmiy sulfide atmosfera bosimida 1350⁰C qizitilsa qisman Bug‘ holatiga o‘tadi. Bu jarayonni baholashda quyidagi raqamlardan foydalansa bo‘ladi:

3.3-jadval

t, C	800	900	1000	1100	1150	1200
P, kPa	0,04	0,38	1,21	5,13	10,5	19,8

Rux konsentratini kuydirishda kadmiya bug‘ holatiga uchishi 5-7 % oshmaydi.

Tiklanish jarayonida kadmiy rux bilan birga quyidagi reaksiyalar natijasida bug‘ shaklga o‘tadi:



Kadmiyni oksiddan tiklanishi, rux oksidiga nisbatdan, pastroq haroratlarda o‘tadi..

3.4-jadval

Har xil haroratlarda kadmiy bug‘ shaklga o‘tishida bosimi:

t, C	200	300	400	500	600	700	800
P, kPa	0,04	5,7	160	$1,8 \cdot 10^3$	$11,1 \cdot 10^3$	$83,5 \cdot 10^3$	$144 \cdot 10^3$

Kadmiy, ruxga nisbatdan, qiyinroq kondensatsiyalanadi. Shuning uchun rux bilan birga faqat 60-80 % kondensat holatiga o‘tadi, qolgan 20-40 % esa chiqindi va yarim mahsulotlarga o‘tadi.

Kadmiy olishda asosiy xomashyo rux ishlab chiqarishdagi yarim mahsulotdir. Bu yarim mahsulotlarda xom ashyo bilan kelgan kadmiy to‘planadi.

Ruxni gidrometallurgik qayta ishlashda kadmiy mis – kadmiy kekiga o‘tadi. (3 – 12% Cd). Kadmiy xomashyosi hisobida qo‘rg‘oshin (0,5 – 0,6% Cd) va mis zavodlarning (0,2 – 0,5% Sd) changlari ham hisoblanadi.

Mis – kadmiy kekini qayta ishlash

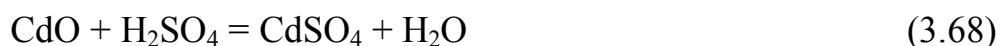
Mis kadmiy keki murakkab xomashyo hisoblanib o‘z tarkibiga quyidagi elementlarni kiritgan, %: 2,5 – 12 Cd, 35 – 60 Zn; 4 – 17 Su; 0,05 – 2,0 Fe; 0,05 – 0,20 lardan Sb, SiO₂, Co, Ni, Te, Jn. Asosiy komponentlar (Cd, Zn, Cu) kekda metallik, oksid va asosli tuzlar shaklida uchraydi.

Mis – kadmiy kekidan kadmiyni ajratib olish gidrometallurgik usuli bilan olib boriladi. Texnologik sxemani asosiy operatsiyalari: kekini tanlab eritish; rux kukuni bilan sementatsiya yo‘li kadmiy gubkasini cho‘ktirish; eritmani tozalash; eriydigan anod bilan jihozlangan vannada kadmiyni qayta eritish va tozalash.

Mis – kadmiy kekini tanlab eritishdan maqsad eritmaga kadmiy va ruxni maksimal, boshqa komponentlarni minimal ravishda o‘tkazishdir. Kekni tanlab eritishga filtratsiyadan keyin to‘xtovsiz yuboriladi. Tanlab eritish ishlatish rux eletroliti (140 – 150 g/l H₂SO₄) bilan yuboriladi.

Tanlab eritishda birinchi bo‘lib oksidlar eriydi:





Metallik faza ancha kiyinroq eriydi. Jarayonni jadallashtirish maqsadida pulpaga marganets ruda (MnO_2) yoki marganets shلامي yuklanadi va pulpa 60 – 80⁰Cgacha qizitiladi.

Tanlab eritishda birinchi bo‘lib rux eriydi, keyin esa – kadmiy. Mis rux va kadmiy erigandan keyin eriydi. Misni eritish – kadmiy erib bo‘lganligi belgisi.

Metallar oksidlantiruvchi – tiklovchi reaksiyalar natijasida eriydilar. Metallarni oksidlantiruvchi vodorod ionlari bo‘ladi:



Metallik mis vodorod ionlari bilan oksidlanmaydi. Uni erishi uchun kislorod bulishi kerak. Mis, (30.3) reaksiya natijasida va havodagi kislorod bilan oksid holatiga o‘tganda o‘zi kadmiy va boshqa elektrmanviy aralashmalarni oksidlantirishi mumkin:



Kadmiy bilan birga eritmadan kekdan nikel, kobalt, indiy, talliy va boshqalarni aralashmalarni eritmada bo‘lishlari bo‘lajak kadmiyni elektr tiklanishiga va tozalashga xalaqit beradi.

Tanlab eritishdagi hosil bo‘lgan pulpani quyuqlashtirgichga boriladi. Pastki quyuqlangan pulpani suv bilan repulpatsiya qilinib filtrlashga yuboriladi. Olingan kek quyidagi tarkibga ega, %: 1,0 Cd 10-15 Zn, 30-35 Cu. Ushbu kekni mis zavodlariga qayta ishlashga yuboriladi.

Quyushtirgichni tepadagi eritmasida quyidagi moddalar bor, g/l: 120-130 Zn, 8-16 Cd, 0,3 – 0,6 Cu, 3 – 9 Fe, 0,05 – 0,1 Co, 0,05 – 0,1 Ni eritma rux kukuni bilan sementatsiyalarga yuboriladi.

Sementatsiyalardan oldin eritmani misdan tozalanadi. Buning uchun rux kukuni stexiometrik hisobot nisbatligida beriladi:



Mis kekini filtrda ajratib olib mis zavodiga yuboriladi. Eritmani esa kadmiyli sementatsiyalash uchun yuboriladi. Jarayon 60 °C da, kadmiyni koldik mikdori 1 g/l gacha olib boriladi.

Jarayonning reaksiyasi:



Kadmiyni sementatsiyalanish tezligi harorat oshishi, rux kukuni ortiqcha sarfi, rux va sulfat kislotasini mikdorligi kamayishi bilan tobora oshib boradi. Eritmada nikel va kobalt ionlarining borligi kadmiyni sementatsiya jarayonini sekinlashtiradi.

Kadmiyni sementli choʻkmasini eritmada ajratiladi. Eritmada 1 g/l gacha kadmiy bor. Bu eritma qaytadan sementatsiya qilinadi va bunda kadmiyni toʻlaroq choʻktiriladi (qoldiq miqdori 10 – 15 mg/l). Nikelni asosiy qismi ikkinchi (kuchsiz) kadmiy gubkasiga oʻtadi, kobalt esa asosan, eritmada qoladi. Intiy va talliy ham eritmada toʻplanadi.

Kuchsiz kadmiy gubkasi oʻzi bilan yarim mahsulot hisoblanadi va uni jarayonning bosh qismiga – mis – kadmiy kekini tanlab eritishga yuboriladi. Eritmani esa kobaltdan tozalanadi. Buning uchun eritmaga etil ksantogenati yoki mis kuporosi qoʻshiladi. Kobaltni qoldiq mikdori 30-40 mg/l tashkil qilishi kerak. Ksantogenatni kobalt keki ishlatilmasdan isrof boʻladi. Eritma indiy va talliy ajratib olish uchun maxsus moslamana yuboriladi.

Kuchli birinchi kadmiy gubkasini ishlatilgan elektrolitda eritiladi. Eritmaga qoʻshimcha sulfat kislotasi qoʻshiladi (N₂SO₄ni miqdori 200 -250 g/l tashkil qilishi kerak). Pulpani harorati 80-90 S nacha koʻtariladi. Pulpaga havo berish va KMpO (MnO) qoʻshish gubkani erishiga koʻmaklashadi. Erish yakunlanadi, qachonki

eritmani $rN=4,8-5,2$ bo'lsa. Bunday sharoitlarda mis gidrolizga uchrab cho'kmaga o'tadi. Misning eritmadagi qoldik miqdori 10-20 mg/l.

Pulpa filtrlanadi, misli qoldiq mis kadmiy gubkani tanalab eritish bosqichiga yuboriladi. Eritma esa aralashmalardan tozalanadi. Buning uchun qo'shiladi: stronsiy tuzi (qo'rg'oshinni cho'ktirishlar, rux kukuni (misni cho'ktirish), kaliy permanganatni (taliy va temirni oksidlantirib gidrolitik tozalash maqsadida).

Tozalangan va filtrlangan eritma elektrolizga yuboriladi. Kadmiyni elektrolitik tiklanishi rux elektroliziga o'xshashdir. Jarayon reaksiyasi:



Anod, rux elektroliziga o'xshash suvni parlanishi reaksiyasi oqib o'tadi:



Kadmiyni elektrolizini qo'rg'oshin bilan futerlangan temir beton vannalarda amalga oshiriladi. Anod qo'rg'oshin - kumush (1%) quymadan yasalgan, katod-alyuminiydan. Har bir vannaga 33 katod va 34 da anod joylashtiriladi. Anod va katodni oraliq masofasi 30 mm. Tok zichligi 50 – 100 a/m². Cho'kma 24 soat davomida o'stiriladi. Dastlabki kadmiy elektrolitini tarkibi, g/l: 160 – 200 Cd; 20 – 30 Zn; 12 – 15 H₂SO₄; 0,05 – 0,1 Fe; 0,0005 – 0,001 Cu. Ishlatilgan elektrolitini tarkibi, g/l: 15 – 20 Cd; 150 – 180 H₂SO₄.

Elektrolitni optimal harorati 30 – 35 °S. Bunda haroratda yuqori sifatli katod cho'kmasi paydo bo'ladi va tokdan foydalanish koeffitsienti yuqoridir. Tokdan foydalanish 70 – 92 %, elektr quvvati sarfi 1400 – 1700 kvh * s/t katodli kadmiyga. Vannadagi kuchlanish 2,5 – 2,6 V.

Nazorat savollari

1. Kadmiy birikmalarning xususiyatlari va ularni texnologik ta'siri?
2. Kadmiy birikmalarning xususiyatlari?
3. Tanlab eritish talabi?
4. Misning eritmadagi qoldik miqdori qancha?

4 BOB. QO‘RG‘OSHIN ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

4.1. Qurg‘oshin va uning birikmalarining xususiyatlari, hom ashyo va qayta ishlash usullari

Hozirgi zamonda dunyoda 4 – 7 mln.t qo‘rg‘oshin ishlab chiqariladi. Ishlab chiqarishning xajmi bo‘lgan talablargabog‘liqdir. Xajm bo‘yicha qo‘rg‘oshin 5 o‘rindaturadi (temir, alyuminiy, misvaruxdankeyin). Qo‘rg‘oshinni 30 – 50% ikkilamchi xom-ashyodan ishlab chiqariladi.

Deyarlik hamma qo‘rg‘oshin sulfidli rudalardan olinadi. Rudada qo‘rg‘oshinni miqdorligi 0,5 dan 10% gacha uchraydi. Masalan, AKSH rudada 1,5 % Pb. Kanadada 3 – 4% Pb, Avstraliyada 5 – 10%, O‘zbekistonda 1,5 – 2% Pb bor.

Qo‘rg‘oshinni katta xajmda chiqaruvchilar: AKSH (23-25%), Olmoniya (9 – 10%), Angliya (8 – 9%), YAponiya (7 – 8%), Avstariliya (6,5 – 7,5%), Meksika (5,5 – 7,0%), Fransiya (5,5 – 6,4%), Kanada (5,0 – 6,0%). Bu davlatlarda dunyoda ishlab chiqariladigan qo‘rg‘oshin 70 – 80% joylashgan. O‘zbekiston rudasida bog‘liqligiga qaramay, qo‘rg‘oshin zavodlari qurilmagan.

Qo‘rg‘oshinni asosiy iste‘molchilari, %: AKSH 29 – 31; Angliya 8,3 – 9,3; Olmoniya 8,1 – 9,3; YAponiya 8,0; Fransiya 6 – 7; Italiya 5,6 – 6,2; Ispaniya 3,5 – 4,0. Dunyoda ishlab chiqarilgan qo‘rg‘oshinni 75% shu davlatlarda iste‘mol qilinadi. O‘zbekiston o‘ziga kerak bo‘lgan qo‘rg‘oshinni 20 ta davlatlardan eksport qiladi.

Qo‘rg‘oshinni asosiy iste‘mol qiluvchi sohalari: akkumlyator yasash (30 – 45%), kabel ishlab chiqarish (5 – 25%), har xil quymalar (6 – 20%), benzinga qo‘shiladigan tetraetil qo‘rg‘oshin ishlab chiqarish (6 – 22%) va boshqalar.

Qo‘rg‘oshin ishlab chiqarishida asosiy xom ashyo – bu kompleks polimetallik rudalarda. Rudada qo‘rg‘oshindan tashqari, Zn, Cu, Fe, Cd, Bi, Sn, As, Au, Sb, TI, Ge va boshqa elementlar bor.

Qo‘rg‘oshin rudalarda asosan sulfid shaklida uchraydi. Sulfidli rudalarda asosiy sulfidlar: galenit PbS, sfalerit ZnS, xalkoperit CuFeS, pirit FeS, pirrotin Fe

x – 1 S, arsenopirit FeS_2 , argentit Ag_2S . Sulfidli rudalarda 85 – 90% dan ziyod qo‘rg‘oshin galenit shaklida uchraydi.

Rudalarda qo‘rg‘oshinni tarkibi kam bo‘lgani sababli boyitiladi. Boyitishda qo‘rg‘oshinni ajratib olish darajasi 83 – 94% tashkil qiladi.

Qo‘rg‘oshin - periodik Mendeleev jadvalining 4 gurux elementi, atom nomeri 82, atom og‘irligi 207,2, zichligi $11,336 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $327,4 \text{ }^\circ\text{S}$, qaynash harorati $1745 \text{ }^\circ\text{S}$. Ko‘pchilik kimyoviy birikmalarda qo‘rg‘oshin ikki valentli. Qizitish davrida qo‘rg‘oshin engil oksidlanadi. Oldin Pb_2O payda bo‘ladi, keyinchalik $Pb_2O = Pb_2O + Pb$ reaksiyasi natijasida giet hosil bo‘ladi.

Qo‘rg‘oshin xom – ashyosini qayta ishlash usullari

Qo‘rg‘oshin konsentratini taxminiy tarkibi, %: Pb 45 – 50; Zn 4 – 14; Cu 1 – 3; S 15 – 20; Fe 4 – 15; SiO_2 -10; Ag 500 g/t gacha. Konsentratni tarkibidan imkon bo‘lgan qayta ishlash usullari kelib chiqadi. Konsentrat tarkibini tahlili shuni ko‘rsatib turibdiki, moddani taxminan yarmi nomenal (S), yoki sig‘inish birikmalardan (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO) iborat.

SHuning uchun metallurgik qayta ishlashning asosiy maqsadi bu:

- 1) yuqorida qayd etilgan moddalarni asosiy (Pb, Zn, Cu) va ularni yo‘ldoshi bo‘lgan (Au, Ag, Ca, Bi, Se, Te) elementlardan ajratib olish;
- 2) asosiy metallarni bir – biridan ajratib metallik holatida olish;
- 3) xomaki qo‘rg‘oshinni tozalash.

Ushbu jarayonlar pirometallurgik usullar bilan bajariladi.

Pirometallurgik jarayonlar qo‘rg‘oshinni erish haroratidan yuqoriroq haroratlarda oqib o‘tishga mo‘ljallangan. Bunda qo‘rg‘oshin suyuq holatida erkin shaklda ajralib chiqadi, qolgan elementlar esa nometallik faza tashkil qilib eritmadan ajratiladi.

Qurg‘oshinni xom ashyodan ajratib olinadigan pirometallurgik usullar aglomeratsiya yoki reaksiyon eritishga asoslangan tiklanish jarayonlari orqali olib boriladi.

Tiklanish eritish quyidagi reaksiyalarni oqib o‘tishga asoslangan:

Reaksion eritish juda kam tarqalgan, chunki u boy konsentratlarni talab qiladi. Undan tashqari konsentratda har xil aralashmalar miqdori judayam cheklangan.

Nazorat savollari

1. Qurg'oshin va uning birikmalarining xususiyatlari?
2. Qo'rg'oshin xom ashyosini qayta ishlash usullari?
3. Qo'rg'oshin konsentratini tarkibi?
4. Qo'rg'oshinni asosiy iste'molchilari?

4.2. Qurg'oshin boyitmasini aglomerasion kuydirish

Aglomeratsion kuydirishning maqsadi qo'rg'oshin konsentratini shaxtali pechda tiklovchi eritishga tayyorlashdadir. Sulfidli qo'rg'oshin konsentratini tayyorlashga quyidagi maqsadlar quyiladi:

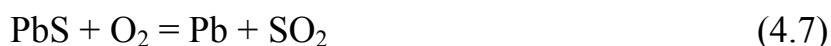
1. Konsentratini oltingugurtni havodagi kislorod bilan oksidlantirib ajratish. Desulfurizatsiya optimal qiymati qo'rg'oshin konsentratini kimyoviy tarkibiga bog'liqdir. Masalan, agarda konsentratda mismikdori yuqori bo'lsa, aglomeratda shuncha oltingugurt qoldiriladiki, keyinchalik 15- 20% Cu bo'lgan mis shteynni hosil qilishga etarli bo'lishi kerak. Agarda konsentratda ko'p rux bo'lsa, desulfurizatsiya maksimal darajaga ko'tariladi. Kimyoviy tarkibga bog'liq bo'lgan holda desulfurizatsiya 60 – 85% oralig'ida bo'ladi.

2. Tayyorlash davrida kukun moddalarini bo'laklanishi hosil bo'ladi. Bu bo'laklar g'ovak, yaxshi gaz o'tkazuvchi material bo'lib aglomerat deb nomlanadi. Boyitish fabrikalaridan keladigan konsentrat kukun simon bo'lib uni zarrachalari 0,1 mm kam o'lchamli bo'ladi va bevosita shaklli pechga yuklanishi mumkin emas.

3. Konsentratni shixtali eritishga tayyorlashga qimmatbaho ular komponentlari bug'holatiga o'tkazib, keyinchalik ularning azfazasidan ajrati bolish imkoniyatini yaratadi. (S, As, Sb, Sd, kamyobmetallar). Oltingugurt SO₂ va SO₂shakllarda bo'lganligi sababli, sulfat kislotasi olishga yuboriladi.

Qo'rg'oshin konsentratini kuydirish aglomeratsion mashinalarda olib boriladi. Bu mashinalarda havo tepadan pastki, yoki pastdan tepaga yo'naltiriladi. Hozirgi davrda qo'rg'oshin konsentratini aglomeratsion kuydirish keng tarqalgan.

Kuydirish davrida quyidagi reaksiyalar oqib o'tishi mumkin:



Harorat 700 °S da (27.6) reaksiya oqib o'tadi. Shu sharoitlarda quyidagi reaksiya ham oqib o'tishi mumkin:



886 dan ziyod haroratlarda qo'rg'oshin oksidi eriydi va uni tezlik dissotsiatsiyasi oqib o'tadi va shu sharoitlarda (4.8) reaksiyasi ham o'tadi. Haroratning 900 °C atrofida qattiq holatidagi moddalar o'zaro bog'lanadilar:



(4.9) reaksiyasi intensiv oqib o'tishi oltingugurt dioksidini porsial bosimdan baholasak bo'ladi. Masalan, 800°S R=13,3 kPa, 850°S esa R_{SO₂} = 101 kPa ga teng.

Aglomeratsion kuydirish shixtani 200-300 mm enligi ostida o'tadi. SHixtadan havo tepadan pastga sizib chiqmoq, yoki pastdan yuqoriga sirqib o'tmoq sharoitlarda o'tadi. Havoni tepadan sizib chiqmoqda shixta yuqoridan yondiriladi. Pastdan tepaga qarab havo sirqib o'tishida shixtani past qoplami yondiriladi. SHixtani yopishi shixta xajmida havo yo'nalishiga qarab tarqaladi. Kuydirish davrida shixtada turli zonalar paydo bo'ladi, qaysilarda har xil fiziko-kimyoviy jarayonlar oqib o'tadi.

Aglomeratsion kuydirish jarayoni maxsus yondirgich-gorn yordamida shixtani qismi yondirilishi bilan boshlanadi. Qatlamning boshqa qismlari sulfidlarni kuydirish davomida ekzotermik reaksiyalar natijasida ajralib chiqadigan issiqlik hisobiga o'tadi. 1 kg temir va og'ir rangli metal sulfidlari kuydirish shartli yoqilg'ini 20-25 % tashkil qiladi.

Sizib chiqayotgan havo shixtani yonishidan saqlaydi. Kuydirish zonasida eng yuqori harorat (1000-1100°C) etiladi. Va bu harorat kuydirish reaksiyalarini oqib o'tishiga ko'maklashadi. Kuydirish zonasida engil eriydigan evlektika, hosil bo'lgan qo'rg'oshin va boshqa moddalar hisobiga hamma materiallar suyuq holatiga o'tadi. Suyuq moddalar sovuq havo sizib chiqmoqligi hisobiga qotadi va bo'laklar hosil qiladi. Kuydirish zonasi esa shixtaning boshqa qismlariga siljayadi. Aglomeratni g'ovakligi sababli undan sovuq havo oson sizib o'tadi va pastki qatlamdan shixta moddalarni isitib, kuydirish jarayoniga tayyorlaydi.

Kuydirish davomida unish zonasi shixta qatlamini to'lik tepadan pastga qarab o'tadi. Kuydirish davomida etarli issiqlik ajralib chiqishi va kerakli haroratni ushlab turish maqsadida, yuklanayotgan shixtada oltingugurtni tarkibi 6-8 % dan kam bo'lmasligi kerak.

Shixtani bo'laklanishi ogarokni sovutilishida oqib o'tadi. Bunda hosil bo'lgan engil eriydigan moddalar qotishmaga o'tib, bo'lak hosil qilishadi.

Qo'rg'oshinning eng oson eriydigan birikmalari: qo'rg'oshin silikatlar $2 \text{RbO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t = 740^\circ\text{C}$), $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t=766^\circ\text{C}$) va ularni evtektikalari (670°C). Eriyan moddalar aglomeratga qattqlik beradigan sementlaydigan modda hisoblanadi.

Eriydigan moddalarni soni 20-25 % dan oshmasligi kerak aks holda shixta va aglomeratni gaz o'tkazish xususiyati kamayadi.

Agglomeratsion kuydirishning oqilona o'tkazish maqsadida shixtaga flyuslar qo'shiladi. Flyus shaklda kvars, temir rudasi, aylanuvchi shlak va aglomerat qo'llanadi.

Qo'rg'oshin konsentrati kuydirishga kerak bo'lgan oltingugurtni ziyodroq to'playdi. Bu shixta o'ta qizishiga va maqsaddan oldinroq suyuq holatiga olib kelishi mumkin. Ortiqcha issiqlikni betaraf qilish maqsadida shixtaga to'g'irlovchi-regulyator qo'shiladi. Regulyator hisobida suv, flyus, shlak va boshqa moddalar ishlatishi mumkin. Harorat regulyatorini massasi qo'rg'oshin massasini og'irligidan 2-3 marta 0 kuproq bo'lishi mumkin.

Odatda regulyator hisobida oxak qo'llanadi. Ohak sulfid oksidlanishida ajralib chiqayotgan issiqlikni yutadi, o'zi 910°C ziyod haroratgacha isiydi va parchalanadi:

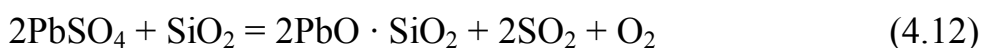


Parchalanish reaksiyasi issiqlik yutilishi bilan oqib o'tadi.

Ohakni qo'shimcha qo'shilishi shixtaga kvars qumi va temir rudasini berishini talab qiladi. Bu talab bo'lajak aglomeratni shixtali pechda eritishda kerakli shlak tarkibini olish bilan bog'liqdir.

Kvars qumi ortiqcha issiqlikni sarf qilishga yordam beradi va o'zi kuydirish haroratigacha qiziydi.

710-750°C larda kvars qo'rg'oshin brikmalari bilan reaksiyaga kiradi:



Qo'rg'oshin silikatlarini 750-800°C eritmalar va aglomerat paydo bo'lishiga ko'maklashadi.

Temir rudasi ham (Fe_2O_3) yaxshi issiqlikni regulyatori hisoblanadi. Kuydirish davrida qo'rg'oshin ferritlari paydo bo'ladi – bu esa foydali jarayon, qaysiki aglomeratni desulfiratsiya darajasini oshiradi, qo'rg'oshinni bug' shaklga o'tib isrof bo'lishini oldini oladi.

Aglomeratsiya jarayoniga keltirilgan shixta quyidagi tarkibga ega bo'lishi kerak, % : 6-8 S; 45-50 Pb; 10-20 CaO; 25-35 FeO; 20-25 SiO. Shixtani namligi 6-10 % bo'lishi kerak.

Nazorat savollari

1. Qurg'oshin boyitmasini aglomeratsion kuydirish tartibi?
2. Aglomeratsiya jarayoniga keltirilgan shixta tarkibi?
3. Shixtani namligi qancha bo'lish kerak?
4. Qo'shimcha sifatida nimalar ishlatiladi?

4.3. Qo'rg'oshin aglomeratini minorali (shaxtali) pechda tiklovchi eritish jarayoni

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, mis, 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 ferrit turlarida uchraydi. Bu birikmalar 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 nomlanadi.

Koksni yonishini ta'minlash uchun va tiklovchi muxit paydo bo'lish maqsadida pechga bosim bilan havo beriladi. Pechning fokusida harorat 1500°S 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.

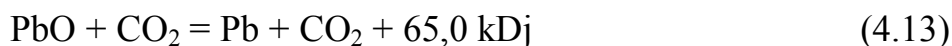
Eritish davrida hosil bo'lgan suyuq mahsulotlar pastga qarab siljayadi, fokusdan o'tib gornda to'planadi va zichilik asosida qatlamlanadi. Xomaki qo'rg'oshin va shlak pechda to'planishi bilan undan chiqariladi.

Aglomerat o‘zi bilan oksid va silikatlarini qotishmasidir. Qo‘rg‘oshindan tashqari, unda rux, mis, temir, noyob metallar, misshyak, 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°S dan ziyodroq haroratga qizitganda yorib pechni past qismiga qo‘yiladi. Pastga qarab harakatlanish davrida qo‘rg‘oshin boshqa metallarni o‘zida eritadi.

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

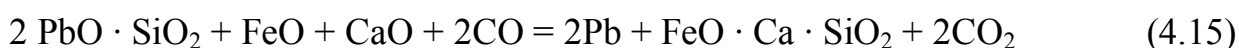


Haroratni ko‘tarilishi reaksiyaning tezlanishiga olib keladi.

Glyotni erigandan so‘ng 886°S) RbO bilan uglerodni kontakti yaxshilanib quyidagi reaksiya intensiv oqib o‘tadi.:



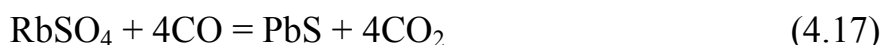
Qo‘rg‘oshinni silikatlarini ($x \text{ RbO} \cdot y \text{ SiO}_2$) 700°C dan yuqoriroq haroratlarda erib, pechni pastki qismiga siljiydi. Bu harakatlanishda silikatlar o‘zlarida boshqa oksidlarni eritadi. Qo‘rg‘oshin silikatlarini shixtali pechda tiklanadi. Tiklanish ikki bosqichli bo‘ladi. Birinchi bosqichda RbO silikatda undan kuchliroq Fe_2O_3 yoki CaO ga o‘rin almashadi. Paydo bulgan temir kalsiy silikati uzidag etniritadi. Ikkinchi bosqichda shlak eritmasidagi glyotni 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 lardan boshlab oson tiklanadi:



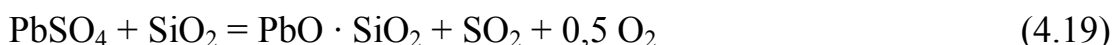
Qo‘rg‘oshin sulfati sulfid holatigacha tiklanadi:



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



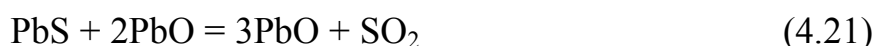
Kremniy dioksidi RbSO_4 ni parchalanishga ko‘maklashadi:



Qo‘rg‘oshin sulfidi (PbS) shaxtali eritishda deyarlik tiklanmaydi. Qisman qo‘rg‘oshin almashuv reaksiyasi natijasida paydo bo‘lishi mumkin:



Qisman RbS boshqa qo‘rg‘oshin birikmalari bilan o‘zaro bog‘lanishi mumkin:



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

Ma‘danskiz 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% danziyodroq 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.

Shlakni erish harorati 1050 – 1150 °C, yopishqoqligi 0,5 – 1,0 Pa, °C. Shlakda kremniy dioksidini konsentratsiyasi 30% oshib ketsa yopishqoqligi ko‘tariladi, FeO ni miqdorligi ko‘payishi esa aksincha kamaytiradi.

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 SiO_2 , 5,0 FeO , 3,3 CaO , 2,8 Al_2O_3 .

Optimal tarkibdagi shlakni quyidagi xususiyatlari bo‘lishi kerak: erish harorati 1100 – 1150 °C; yopishqoqligi 1200 °C da – 0,5 Pa °C; zichligi 3,5 – 3,8. Bunday xususiyatlarga quyidagi tarkibidagi shlak egadir, %: 20-30 SiO_2 , 30-40 FeO ; 10-18 CaO ; 25 gacha ZnO .

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

Shneyza – metallarni mishyak va surma bilan birikmalari. Uning taxminiy tarkibi, %: 2-15 Rb; 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 kamaytirishga harakat qilish kerak.

Nazorat savollari

1. Qo'rg'oshin aglomeratini minorali pechda ishlash amalliyoti?
2. Koksni yonishini ta'minlashdan maqsad?
3. Shneyza – metallarni mishyak va surma bilan birikmalari. Uning tarkibi?
4. Mis-qo'rg'oshinni taxminiy tarkibi?

GLOSSARI

Абсолютная температура	mutlaq harorat	absolute temperature	Kelvin darajasida ifodalangan O° harorat.
Абсорбат	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Анион	acid	ion	absorbsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	absorber	absorbsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi.
Агент	Agent	agent	sistemaga qo‘shilgan jarayonni maqsadga muvofiq o‘zgartiruvchi modda yoki moddalar aralashmasi
Агрегат	Агрегат	aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o‘zaro birikib yiriklashgani.
Адиабатический процесс	Адиабатик jarayon	adiabatic process	tashqi muhitdan mutloq ajratilgan sistemada boradigan jarayon
Адсорбент	Shimuvchi	adsorbent	sirti shimish qobiliyatiga ega bo‘lgan sintetik yoki tabiiy qattiq modda (mas: ko‘mir)
Адсорбер	Shimdirgich	Adsorber	shimilish jarayoni o‘tkaziladigan dastgoh
Адсорбция	Shimilish	Adsorption	eritmadagi molekula va ionlarning qattiq jism sirtiga yutilishi
Активатор	Faollantiruvchi	activator	reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda
Активация	Faollantirish	activation	moddaning fizik-kimyoviy faolligini oshirish
Абсолютная температура	mutlaq harorat	absolute temperature	kelvin darajasida ifodalangan O° harorat
абсорбат	absorbat	absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Абсорбент	Absorbent –	absorbent	absorbsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	absorber	absorbsiya jarayonini amalga

			oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbsiya	absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi
Агрегат	Agregat	aggregate	1)bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o‘zaro birikib yiriklashgani.
Анион	Anion	acid ion	elektroledning suvda eriganidan hosil bo‘lgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).
Аниониты	Anionitlar	anionite	o‘z anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega bo‘lgan ion almashtiruvchi modda
Аппарат	Dastgoh	apparatus	jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma uskuna.
Ариометр	Areometr	hydrometer	suyuqlikning solishtirma og‘irligini o‘lchaydigan asbob
Аерация	Aeratsiya	aeration	suyuqliklarni havo bilan to‘yintirish
Аерозоль	Aerozol	aerosol	ichida qattiq yoki suyuq zarrachalar muallaq joylashgan gaz muhitli kolloid sistema
Аеросмесь	Havo aralashmasi	aeromixture	qattiq yoki suyuq yonilg‘ilarning havo bilan aralashmasi
Бак	Suvdon	tank\ vat	suv yoki boshqa suyuqlik saqlanadigan idish
Бактерия	Bakteriya	bacterium	bo‘linish yo‘li bilan ko‘payuvchi oddiy va bir hujayrali yadrosiz mikroorganizm
Бактериальное выщелачивание	Bakteriyali tanlab eritish	bacterial-leaching	ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish
Бактериологическое	Bakteriyal boyitish	bacteriological enrichment	foydali qazilmalarni bakteriyalar ishtirokida boyitish

обогащение			
Водяная баня	Qosqon	water bath	kichik hajmli kimyoviy idishlarni va ularning ichidagi ashyolarni isitish yoki sovutish uchun ishlatiladigan suvli idish
Бассейн	Havza	basin	havo yoki suyuq modda to'plangan joy
Биотехнология	Beotexnologiya	biotechnology	mikroorganizmlar ishtirokida ruda tosh va boyitmalardan metallarni ajratib olish usuli.
Благородные металлы	Nodir metallar	noble metal	oltin, kumush, platina va platinoidlar (palladiy ,iridiy ,radiy ,ruteniy va osmiy) ning texnika va fandagi umumiy nomi.Ularning tashqi ko'rinishi chiroyli va kimyoviy turg'un bo'lganligi uchun shunday nom berilgan.
Ванна	Tos	pool	suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish
Вентиляция	SHamollatish	ventilation	bino,xona havosini yaxshilash maqsadida havo almashtirish
Влагосодержание	Namlik	moisture content	ashyolarning tarkibidagi suvning miqdori
Влагомер	Nam o'lchagich	moisture meter	materialning namligini o'lchash asbobi
Влагопоглощение	Namtortishlik	moisture absorption	materiallar va buyumlarning suvini yutish va o'zida saqlab turish xossasi.
Влагостойкость	Namga chidamlilik	moisture resistant	ashyolarning vaqt davomida nam havoda o'z hususiyatini yo'qotmay turish qobiliyati.
Влажность	Namlik	humidity dampness	ashyodagi suvning miqdori
Внутренняя энергия	Ichki energiya	internal energy	sistemaning ichki holatiga bog'liq bo'lgan energiya
Водоочистка	Suvni tozalash	water treatment	idishga va sanoatda ishlatishga halaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni

Водоподготовка	Suv tayyorlash	water treatment	suvni iste'molchi uchun etadigan miqdorda va talabdagi tozalikda tayyorlab berish jarayoni
Водоснабжение	Suv ta'minoti	water supply	korxonani etarli miqdorda suv bilan ta'minlash ishlari
Восстановитель	Qaytaruvchi	ignition	oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida elektron berish qobiliyatiga ega bo'lgan modda
Выход концентрата	Boyitma chiqishi	outlet of concentrate	boyitish jarayoni natijasida chiqqan boyitma massasini dastlabki ashyolar umumiy massasiga nisbati, foizlar hisobida.
Выход (металла) по энергии	Energiya bo'yicha(metallning)chiqishi	power efficiency	elektroliz jarayonida foydali ishga sarflangan energiya miqdorini ko'rsatuvchi kattalik.
Выщелачивание	Tanlab eritish	leaching	ruda va boyitmalardan maxsus sharoitlarda metallarni eritmaga o'tkazish jarayoni
Выпаривание	Bug'lanish	evaporation	moddani qaynash haroratidan yuqori darajada qizdirib ,gaz holatiga o'tkazish
выброс	Otilma	ejection,outburst	suyuq ashyolar ichida gazlarning to'planib qolishi natijasida,ularning otilib chiqish jarayoni
Вскрытие	Yuzani ochish	breac-drown	reaksiyaga kirishayotgan moddani o'rab turgan nojins elementlardan tozalash.
Вязкость	Qovushqoqlik	viscosity	harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir-biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik ,qarshilik miqdori molekulalarning o'zaro tortishuv kuchlariga bog'liq
Вяжущие материалы	qovushtiruvchilar	binder	olovbardosh g'ishtlarni tayyorlashda ularning tarkibiga

			qo‘shiladigan organik va anorganik moddalar(mas:ohak,sement,va b.).
Десорбция	Desorbsiya	desorption	yutilgan ionlarni qattiq (yoki suyuq)modda tarkibidan chiqarish.Sorbsiyaga teskari jarayon.
Десорбер	Desorber	desorber	desorbsiya jarayonini amalga oshiruvchi dastgoh
Диаграмма	Diagramma	diagram	taqqoslanayotgan kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni yaqqol ko‘rsatuvchi chiziqli tasvir.
Диспергирование	Dispirslash	dispersion	suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini taqsimlanishini ta‘minlash,maydalash
Дисперсность	Disperlik	dispersivity	mayinlik (maydalik) darajasi
Диссоциация	Dissotsiatsiya	dissociation	kimyoviy parchalanish
Добыча	qazilma	mining	konlardan qazib olingan mahsulot
Дымоход	Tutunquvur	smoke stack	pechlardan chiqayotgan gazlarni mo‘riga o‘tkazib qo‘yadigan kanal.
Золи	Zollar	sols	suyuq dispers muhitdagi yuqori derspersli kolloid sistema
Золото	Oltin	gold	nodir metallarga mansub kimyoviy unsur,belgisi Au,t.s.79,at.m.196.967.chiroyli sariq rangli metall.E.x.1063 ⁰ S.kislotalarda erimaydi.
Известковая вода	Ohakli suv	limewater	kalsiy asosinig to‘yingan eritmasi.
Известковое молоко	Ohak suti	lime milk	ohakli suvdagi suzib yuruvchi so‘ndirilgan ohak Ca(OH) ₂ zarrachalari.

Известняк	Ohaktosh	limestone	asosan CaCO ₃ tashkil topgan tog' jinsi.
Известь	ohak	lime	ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot (CaO).
Извлечение	Ajralish	extraction	texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining ko'rsatkichi. ajralayotgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi, foizlar hisobida
Кислота	Kislota	acid	Tarkibida harakatchan vodorod atomlari bo'lgan kimyoviy birikmalar sinfi.
Кислотность	Nordonlik	acidity	Eritmalardagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha. uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.
Кислотостойкость	Nordonbar doshlik	acid resistance	Buyum va jismlarning nordon muhitda o'z xossalarini saqlab qolish qobiliyati
Лакмус	Lakmus	litmus	Tabiiy ranglanuvchi modda. Muhitning tasnifini aniqlash uchun ishlatiladi. (nordon muhitda ko'karadi, ishqoriy muhitda qizaradi).
Лом	Lom	crow-bar	Ishdan chiqqan mashina, uskuna va boshqalarning metalli bo'lagi.
Люк	Tuynuk	chute	Metallurgiya dastgohlarining ustki qismidan ochilgan eshikli teshik. Ulardan dastgoh ichida borayotgan jarayonlarni nazorat qilish uchun foydalaniladi.
Набухание	Bo'kish	swelling	Atrof muhitdan suyuqlik yoki bug'ni yutish hisobiga qattiq jismlar hajmining kengayishi.
Насос	Nasos	pump	Suyuqlik va gazlarni bosim ostida

			harakatga keltiruvchi gidromashina.
Насыпь	To'kma	Embankment	Sochiluvchan ashyolar (tuproq,qum,ruda) uyumi.
Обезвоживание	Suvsizlantirish	Dehydration	moddadagi erkin bog'lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni.Bu tindirish,suzish yoki moddani qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi
Обезмеживание	Missizlantirish	Decopperization	Metall,qotishma,toshqol va boshqa ashyolardan misni chiqarib olish jarayoni.
Обезуглероживание	Ko'mirsizlantirish	Decarburization	Suyuq metall tarkibidagi uglerodni yo'qotish jarayoni.
Обессеривание	Oltinugurt sizlantirish	desulphurization	YUqori haroratda moddalar tarkibidagi oltinugurtni oksidlash yo'li bilan kamaytirish
Осадок	Cho'kma	precipitate	CHO'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot.
Осаждение	Cho'ktirish	Precipitation	Suspenziya va emulsiyalardan mayda,qattiq zarralarni og'irlik kuchi ta'sirida ajratish.
Пассиватор	Susaytirgich	passivator	Jarayonning tezligini sekinlashtiruvchi moddalar (asosan oksidlovchila
ПДК (предельно допустимая концентрация)	REK (ruxsat etilgan konsentratsiya)	safeconcentration	Zaharli moddalarning insonga zarar etkazmaydigan konsentratsiyasi.
Радиоактивность	Radiofaollik	Radioactivity	Radiy .aktiniy va boshqa unsurlar atomlarining o'z-o'zidan emirilib,alfa,betta,gamma nurlar chiqarib,boshqa elementlarga aylanib turish xodisasi.
Растворитель	Erituvchi	solvent	Moddalarni eritish xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlik.
Растворение	Eritish	dissolution	Moddani erituvchi ta'siri ostida

			suyuq holatga keltirish.
Раствор	Eritma	solution	Ikki yoki undan ortiq a'zoldan iborat bir jinsli aralashma. Eritmalar: buferli,ideal,qattiq, qotishma,suyuq,gazli,va h.k.bo'ladi.Eritma va erituvchidan iborat.
Реагент	Reagent	reagent	Kimyoviy reaksiyada ishtirok etuvchi modda.
Реактив	Reaktiv	chemical agent	Laboratoriya, ilmiy tadqiqot tajribalarida ishlatiladigan kimyoviy modda
Реактор	Reaktor	reactor	kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan dastgoh.
Реакция	Reaksiya	reaction	Moddalar,ion,molekula yoki zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashish jarayoni.
Седиментация	Cho'kish	Sedimentation	Gravitatsion maydon va markazdan qochma kuch yordamida eritmadan qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi
Селективное извлечение	Tanlab ajratish	selective extraction	Metallni yoki metall birikmalarini kon mahsulotlaridan tanlab ajratib olish
Селективные реактивы	Saylanma reaktivlar	selective reagent	Ko'p ionlar orasidan bir xil ionlar bilangina reaksiyaga kirishuvchi moddalar
Скважина	Quduq	hole	Suyuq yoki gaz holidagi moddalarni er ostidan chiqarib olish uchun mo'ljallangan qurilma.
Смола	Qatron	resin	YUqori polemimli uglevodlar zanjirining fazoviy turidan tashkil topgan,tarkibida ion almashuvi faol guruhlari bo'lgan organik

			qattiq modda.
Фаза	faza	phase	CHegara sirtlari bilan ajratilgan va tashqi kuch ta'sir qilmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan sistema.
Фарфор	Chinni	porcelain	Suyuqlik va gazlarni shimmaydigan, tuproq, qum, kaolinit va dala shpati qorishmasiga shakl berilgandan keyin yuqori haroratda qizdirib olinadigan oq sopol.
Хвосты	Chiqitlar	tailings	Tarkibida metall miqdori kam bo'lgan keraksiz jinslar. Ular chiqindixonalarda saqlanadi. Keyinchalik uni xom ashyo sifatida ishlatish mumkin.
Цветные металлы	Rangli metallar	non-ferrous metal	Temir va uning birikmalaridan boshqa hamma metallarning sanoatdagi umumiy nomi.
Цианирование	Sinillash	Cyanidation	Nodir metallarni sinil eritmasi bilan tanlab eritish jarayoni.
Чан	Chan	precipitator	Katta chuqur to'garak idish. Bo'tanani aralastirish, tindirish uchun ishlatiladi.
Щелочь	Ishqor	alkali	Suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.
Щелочноземельные металлы	Ishqoriy er metall	alkali earth metal	Kalsiy, stronsiy, seziy, bariy, rodiylarning umumiy nomi.
Щелочные металлы	Ishqoriy metall	alkalimetal	Natriy, litiy, kaliylarning fandagi umumiy nomi.
Эвтектика	Evtektika	eutectic	Ikki yoki undan ortiq moddalarning shunday nisbatdagi aralashmasiki, uning erish harorati boshqa har qanday nisbatdagi aralashmalarning hamda alohida-alohida komponentlarning erish

			haroratidan past bo‘ladi.
Эквивалент	Teng qiymat	equivalent	(Qarang: Ximicheskij ekvevalent).
Экзотермическая реакция	Ekzotermik reaksiya	exothermic reaction	Issiqlik chiqarish bilan boradigan reaksiya.
Экспресс-анализ	Tezkor tahlil	express train	Texnologik jarayonlarni nazorat qilish uchun qo‘llaniladigan tadbir va kimyoviy tahlil usullari.
Экстрагенты	Ekstragentlar	extraagent	Eritmadagi ion va molekulalar bilan birikma hosil qiluvchi va hosil bo‘lgan birikmasi boshqa biror organik suyuqlikda eruvchi organik modda.
Экстрагирование	Ekstraksiyalash	extraction	Eritmadagi ion va molekulani organik fazaga o‘tkazish.
Экстрактор	Ekstraktor	extractor	Ekstraksiyalash dastgohi.
Экспериментальный цех	Tajriba sexi	experimental plant	Yangi taklif qilingan texnologik jarayonlarni amalda sinab ko‘rish uchun ishlatiladigan dastgohlar o‘rnatilgan bino.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. The Metallurgy of the Common Metals, Gold, Silver, Iron, Copper, Lead, and Zinc, by Leonard S. Austin. 2012.

2. А.С. Хасанов, К.С. Санакулов, А.А. Юсупходжаев. Рангли металллар металлургияси. Ўқув қўлланма. –Т.: Фан, 2009. - 284 б.

1. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегияси тўғрисида. –Т.: 2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сон фармони.
2. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. - Тошкент: Фан. 2007. - 256 с.
3. Худояров С.Р., Валиев Х.Р. Оғир рангли металллар металлургияси фанидан лаборатория ишларини бажариш учун услубий кўрсатма. – Т.: ТошДТУ, 2010. – 26 б.
4. Худояров С.Р., Саидова М.С., Бердияров Б.Т. Оғир рангли металллар металлургияси. Амалиёт ишлари учун услубий қўлланма. – Т.: ТошДТУ, 2012. – 62 б.
5. Гудима Н.В. и др. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 2007.- 255 с.
6. Юсупходжаев А.А. Оғир металллар металлургияси. Маърузалар тўплами. – Т.: ТошДТУ, 2002. - 119 б.
7. Марченко Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск, 2009.
8. Хасанов А.С. Развитие производства меди // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2004. №3. С.168 – 173.
9. Обручев В.А. Образование гор и рудных месторождений. Изд. АН России, 1942 .
10. Пригожин М., Дефей Р. Химическая термодинамика. М.: Наука, 2007. – 509с.
11. Карапетянц М.Х. Химическая термодинамика. М.: Химия, 2002. –583с.

12. Вольский А.Н., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 2003. – 345 с.
13. Купряков Ю.П. Отражательная плавка медных концентратов. М.: Металлургия, 2004. – 262 с.
14. Купряков Ю.П. Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. М.: Металлургия, 2005. – 98 с.
15. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медно-никелевого сырья. Челябинск: Металлургия, 2006. – 432 с.
16. Сигедин В.Н., Аранович В.Л., Довченко В.А., Хасанов А.С., Руденко Б.И. Процесс медной плавки на АГМК // Горный журнал. М., 2009. №7. С.36–38.
17. Шмонин Ю.Б. Пирометаллургическое обеднение шлаков цветной металлургии. М.: Металлургия, 2007. – 130 с.
18. Мечев В.В., Быстров В.П. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. М.: Металлургия, 2006. – 360с.
19. Тарасов А.В., Уткин Н.И. Общая металлургия. М.: Металлургия, 2005.
20. Диомедовский Д.А. Металлургические печи. М.: Металлургия, 2006.
21. Хасанов А.С. Пирометаллургическое обеднение твердых и жидких конвертерных шлаков ВСК без увеличения выбросов серы в окружающую среду: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. М.: МИСиС, 2002. – 21 с.
22. Хасанов А.С., Сигедин В.Н., Довченко В.А. Способ плавки медных концентратов. Патент РУз №5071. Заявка НДР 97008831. Ташкент, 2006.
23. Хасанов А.С., Атаханов А.С. Повышение комплексной переработки медного и цинкового сырья на Алмалыкском ГМК // Цветные металлы. М., 2003. №2. С.33–34.
24. Санакулов К.С., Дабижа С.И., Атаханов А.С., Хасанов А.С. Перспективы развития ОАО «Алмалыкский ГМК» // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2005. №1. С. 31–40.
25. Хасанов А.С. 107 кимёвий элемент. Изоҳли луғат. Тошкент: Фан, 2007. 185 б.

26. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. Ташкент: Фан, 2007. – 256 с.
27. Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М., 1995.
28. Кривандин В.А. Металлургическая теплотехника. М.: Металлургия, 1999. – 591 с.
29. Якубов М.М. Теоретические и технологические основы производства черновой меди. Ташкент: Фан, 2005. – 127 с.
30. Sigedin V.N., Aranovich V.L., Dovchenko B.A., Khasanov A.S. Progress in copper melting at Almalyk mining and metallurgical integrated works // Allerton Press. USA, 2006. P. 14–15.
31. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмалыкского ГМК // Цветная металлургия. М., 2003. № 4. С. 9–12.
32. Диомедовский Д.А. Расчеты пиропроцессов цветных металлов. М.: Металлургия, 2005.

Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portal.
2. www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari bazasi.
3. <http://www.agmk.uz>
4. www.ziyonet.uz;
5. <http://misis.ru>