

**Abdúrashid Hasanov, Quvondiq Sanaqulov,  
Anvar Yusupxodjayev**

# **RANGLI METALLAR METALLURGIYASI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim  
vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlari talabalari uchun  
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

Toshkent  
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi  
"Fan" nashriyoti

2010

Mazkur o'quv qo'llanmada og'ir rangli metallar metallurgiyasi, xususan, mis, nikel, kobalt metallarini, asosan, pirometallurgiya usuli bilan yuqori harorat ostida eritish bo'yicha mualliflarning ko'p yillik ilmiy izlanishlari, tajriba va xulosalari o'z ifodasini topgan. Qadimiy Shosh va Iloq metallurgiyasi, xomashyolar manzili, rangli metallar olish texnologiyasi, mineral va texnologik usullar tasnifi alohida tahlil qilingan. Pirometallurgiya jarayonida keng qo'llanilib kelayotgan yallig' qaytaruvchi, kislorodli-mash'alli eritish pechlari va "Vanyukov pechi" haqida qisqacha ma'lumot berilgan hamda olingan xomashyolar hisobi, ularning mutanosiblik tengligi jadvallarda batafsil izohlangan. Barcha hisoblar, xomashyolarning kimyoviy tarkibi Olmaliq mis eritish zavodi misolida ko'rib chiqilgan.

Mazkur o'quv qo'llanma Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligiga qarashli oliy o'quv yurtlari va kasb-hunar kollejlarning "Metallurgiya" yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalair uchun "Metallurgiya tarixi", "Metallurgiyada issiqlik texnikasi" va "Og'ir rangli metallar metallurgiyasi" fanlaridan o'quv qo'llanma sifatida foydalanishga mo'ljallangan.

Shuningdek, ushbu o'quv qo'llanma magistr va aspirantlar, metallurgiya zavodi korxonalarida ishlayotgan yosh mutaxassislar hamda ishchi yoshlarga ham xomashyo, issiqlik tengligini hisoblashda muhim manba bo'lib xizmat qiladi, deb o'ylaymiz.

Mas'ul muharrir: kimyo fanlari doktori, professor  
**Bahodir Faxriddinovich Muhiddinov**

Taqrizchilar: texnika fanlari doktori, professor S.A.Abdurahmonov,  
texnika fanlari doktori, professor M.M.Yakubov

## S O' Z B O S H I

Respublikamizda rangli metallar ishlab chiqarish, asosan, Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati ma'danchilari zimmasiga yuklatilgan, chunki Quramatog' bag'ri mis, rux, qo'rg'oshin, oltin va kumushga boy rudalardan iboratdir. Hamdo'stlik mamlakatlari orasida respublikamiz mis, rux, oltin va kumush zaxiralari bo'yicha yetakchi o'rinlardan birini egallab turibdi. Rangli metallarni ishlab chiqarish, qayta eritish uchun, eng avvalo, xomashyolarning kimyoviy va ratsional tarkibini o'rganish, ularning ashyo hamda issiqlik tengligini keltirib chiqarishni bilish talab etiladi. Chunki eritish pechlari va dastgohlarni tanlash, ularda xomashyolarni qayta ishlash ko'proq ma'danlar tarkibidagi rangli metallarga bog'liq bo'ladi. Olmaliq mis eritish zavodiga Quramatog' bag'ridagi Sariqcho'qqi va Qalmoqqir konlaridagi ashyodan tashqari, boshqa uzoq yurtlardan mis boyitmasi keltiriladi. Ularning kimyoviy ratsional tarkibini hisoblash alohida ahamiyat kasb etadi.

Ushbu o'quv qo'llanma o'quvchilar ommasiga mo'ljallab yozilgan bo'lib, unda ashyo tengligi batafsil hisoblab chiqilgan. Bu hisob-kitoblar mualliflar boshchiligida Toshkent davlat texnika universitetining konmetallurgiya va Olmaliq konchilik fakulteti, Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining mis eritish zavodida va uning tahlil-tajribaxonalarida, Navoiy davlat konchilik institutining Olmaliq konmetallurgiya fakultetida o'tkazilgan. Bu kitob ko'p yillik ilmiy-pedagogik tajriba asosida yozilgan. Unda konmetallurgiyaga oid oliygohlar va kollej talabalarining "Og'ir rangli metallar metallurgiyasi", "Rangli metallarni ishlab chiqarish" ixtisosliklari hamda "Rangli va qora metallar metallurgiyasi", "Mis va nikel metallurgiyasi" va "Metallurgiyada issiqlik texnikasi" fanlari bo'yicha ma'lumotlar o'rin olgan bo'lib, ushbu fanlardan kurs va diplom loyihasini tayyorlashda ham foydalanish mumkin.

Barcha texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar, kimyoviy va ratsional, mineralogik tarkiblar Olmaliq mis eritish zavodi hamda Qozog'iston Respublikasidagi "Balxashmis" sanoat birlashmasi misolida ko'rsatilgan.

O'quv qo'llanmani yozish mobaynida o'zlarining fikr-mulohazalari, uslubiy maslahatlari bilan yaqindan yordam bergan ustozlar, shuningdek, qadimiy Tunkent hududlarida arxeologik qazilma ishlarini olib borishda uzoq yillar qatnashgan barcha hamfikir geolog, metallurg,

tarixchi shogirdlarimizga va do'stlarimizga minnatdorchiligimizni bildiramiz.

Qadimiy davr va Shosh, Iloq ma'danchiligi tarixi bo'limini yozish mobaynida ustozlardan dotsent M.A.Asqarov, akademik Yu.F. Buryakov, arxeolog olim O.M.Rostovsevlarning qo'lyozma va monografiyalaridagi fikrlaridan foydalanildi.

Ushbu o'quv qo'llanmaning asosiy maqsadlaridan biri kon-metallurgiyaga oid ma'lumotlarni berish bilan bir qatorda pech ichida boradigan, gohan juda murakkab bo'lgan, biroq ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan, faqat tasavvur qilish va nazariy kimyoviy jarayonlarning borishiga qarabgina xulosa chiqarish mumkin bo'lgan ayrim texnologik jarayonlar batafsil, tushunarli, oddiy so'zlar bilan bayon etilgan. Mualliflar kasb-hunar kolleji o'quvchilariga va oliy o'quv yurti boshlang'ich bosqich talabalariga yoki endigina zavodga ishga kirgan yosh mutaxassislarga o'z bilimini oshirishda va mis metallurgiyasini o'rganishda asosiy manba bo'ladi, degan xolisona niyatda.

Pirometallurgiya usuli bilan mis, nikel, kobalt olish jarayonlarining bayoni va ashyo, issiqlik tengligi tavsifi o'zbek tilida birinchi marta chop etilganligi sababli mazkur kitobning sifatini yaxshilashga qaratilgan har qanday fikr-mulohazalar mualliflar tomonidan mamnuniyat bilan qabul qilinadi.

*Mualliflar*

Milodning IV asridan XII asrigacha O'rta Osiyoning markaziy hududlaridan biri bo'lgan Shosh va Iloqda metall eritish va undan mis, qo'rg'oshin, oltin, kumush ajratib olish ayni avjiga chiqqan bo'lib, nafaqat Sharq mamlakatlarini, balki Yevropa mamlakatlarini ham rangli va qimmatbaho metallar bilan ta'minlab turganligi ma'lum. Shosh va Iloq davlatining poytaxti Turkentda (Ohangaron tumanidagi Obiz qishlog'i) eritish dastgohlari bo'lgan. XX asr o'rtalaridan boshlab uning yonginasida joylashgan Olmaliqning tog'li hududlarida o'sha qadimiy konlardan rudalar qazib olina boshlandi.

O'quv qo'llanmaning qadimiy ma'danchilik tarixidan boshlanishi bejiz emas, chunki o'tmishsiz kelajak bo'lmaydi deganlaridek, bobokalonlarimiz eritib olgan metallar ko'p jihatlari bilan maqtovg'a sazovor va ilmiy tadqiqot hamda tahlilga loyiqdir. Chunki IV–XII asrlarda olingan va tashlanma joyga chiqarib yuborilgan nokerak mahsulot–“toshqol” tarkibida mis bor-yo'g'i 0,5–1,5% gacha (ba'zan 2% atrofida) bo'lgan bo'lsa, bugungi kunga kelib eng zamonaviy texnologiya, asbob-uskuna hamda dastgohlar bilan ta'minlangan, deyarli to'liq mexanizatsiyalash-tirilgan va avtomatlashtirilib, EHM orqali nazorat ostida borayotgan jarayonlarda ham toshqol tarkibida mis o'rtacha 0,5–1,0% ni tashkil etadi. Bundan ma'lumki, farq juda kam. Faqat Toshkent viloyati hududidagi rangli va qimmatbaho metallari mavjud bo'lgan qadimiy ma'danchilikdan qolgan toshqol hamda ikkilamchi mahsulotlarni hisobga oladigan bo'lsak, ular bir necha million tonnani tashkil qiladi.

Mualliflar o'tkazgan ko'p yillik ilmiy tadqiqotlarning tablili shuni ko'rsatadiki, kelajakda barcha qadimiy ma'danchilik qoldiqlari, ulardan chiqqan toshqol va yarim mahsulotlar tasniflanib, tarkibidagi metallarga qarab navlarga bo'linadi, keyin gidrometallurgiya (chunki rangli metallar, asosan, kislotalarda eriydigan, oksid holida bo'ladi) yoki pirometallurgiya usuli bilan bugungi kunda ishlab turgan texnika yordamida kvarqli ruda tarkibiga aralashtirilib, qayta ishlatilishi va qo'shimcha rangli, qimmatbaho metallar olinishi mumkin.

Eng zamonaviy jarayonlar orqali mis eritib olayotgan, dunyoda yetakchi o'rnlarni egallab turgan Chili, Xitoy, AQSH, Yaponiya, Rossiya mamlakatlarining zavodlarida hozirgi kunda yallig' qaytaruvchi eritish pechlari hanuz ishlab kelmoqda. Bu eritish pechi zimmasiga dunyodagi olinayotgan barcha misning 20 % dan ortig'i to'g'ri keladi (2009-y).

Olmaliq mis eritish zavodida ham bitta yallig' qaytaruvchi pech, bitta kislorodli-mash'alli eritish pechi ishlab turibdi. Olmaliq tog'-metallurgiya

kombinati (OTMK) texnologiyasi ish jihatdan boshqa mis eritish zavodlaridan ajralib turadi. Bugungi kunda kislorodli-mash'alli eritish pechi dunyodagi korxonalaridan sakkizta (yana ikkita avtogen pech qurilish arafasida) zavodda ishlayotgan bo'lsa, ularning orasida birinchilardan bo'lib Kanadaning "Kopper-Klif" va OTMKning mis eritish zavodlarida ishga tushirilgan va yaxshi samara berib ishlab kelmoqda. Har ikkala pechdan (YaQP va KME) olingan shteyn konverterga, undan olingan konverter toshqollari birinchi pechga, ya'ni yallig' qaytaruvchi eritish pechiga suyuq holda ( $1200-1250^{\circ}\text{C}$ ) quyiladi. Xomashyo yopiq za'njir shaklida uchala eritish dastgohlarida aylanib, xomaki mis ashyosi olish texnologiyasi majmuini tashkil etadi.

Mazkur qo'llanmada har ikkala pech to'g'risida batafsil ma'lumot berilgan. Bugungi kunda dunyo olimlari Yaponiyaning "Onaxama" va "Naosima", Kanadaning "Timmins" zavodlarida ishlab kelayotgan "Mitsubisi", "Noranda", finlarning "Outokumpu" agregat majmuiga va sobiq Ittifoqda ishlab chiqarilgan (Rossiya) "Vanyukov jarayoni"ga yuqori baho bermoqda. Yuqorida qayd etilgan jarayonlarning nisbiy solishtirma unumdorligi, avtogenligi va boshqa bir qancha texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari shundan dalolat beradiki, XX asr oxirlarida joriy qilingan ushbu eritish dastgohlari mukammal pechlar sirasiga kiradi.

Kitob mualliflari Rossiya va Qozog'iston mis eritish zavodlarida yaxshi ko'rsatkichlar bilan ishlab kelayotgan "Vanyukov jarayoni" haqida ma'lumot berishga harakat qildilar. Aynan hisob, ashyo va issiqlik tengliklarini keltirib chiqarish boshqa eritish pechlaridan farq qilgani uchun ham "Vanyukov jarayoni" batafsil, atroflicha tahlil etildi, bo'limlar esa alohida jadval bilan ta'minlandi.

Yangi o'quv rejasiga muvofiq, talabalar "Metallurgiyada issiqlik texnikasi", maxsus mutaxassislik fanlaridan kurs loyahasini bajarishlari kerak. Shu bilan birga, ushbu qo'llanmada diplom loyahasini tayyorlash mobaynida talabalar keltirilgan tajriba va xulosalardan mis boyitmasining ratsional tarkibini, shteynning chiqish miqdorini hamda tarkibini, chang, oqova gaz, toshqol, qaytar mahsulotlarning pechdan chiqishini hisoblash va nihoyat, ashyo tengligini keltirib chiqarishda foydalanishlari mumkin. Issiqlik tengligini hisoblash va tenglik jadvalini keltirish alohida izlanish hamda tadqiqotlarning mazmunini tashkil etadi.

## MARKAZIY OSIYO MA'DANCHILIGI

## 1.1. Qadimiy davr ma'danchiligi

O'tkazilgan arxeologik tekshiruv va ilmiy-tadqiqot ishlarining natijalari metall ishlab chiqarish qadimgi tosh asrining oxirlaridan boshlangan, deb taxmin qilishga imkon beradi. Aslini olganda, foydali qazilmalardan chaqmoqtosh va boshqa qattiq minerallar tosh asrida ajdodlarimizning qurol-asboblari yasashdagi ilk xomashyosi hisoblangan. Ko'lbuloq manzili qariyb 20 yil o'rganilib, minglarcha nusxalarda tosh qurol namunalari topilganligi Olmaliq mintaqasining qadimgi madaniyat o'choqlaridan biri ekanligidan dalolat beradi.

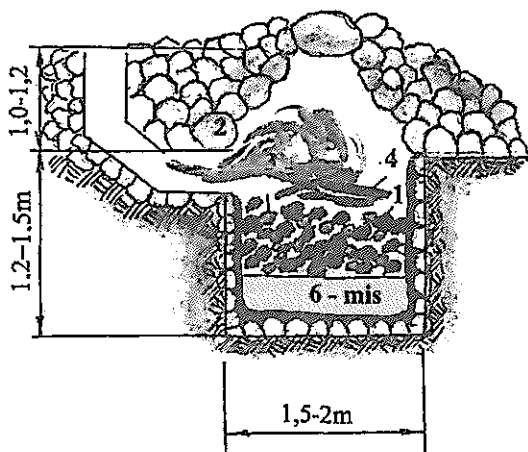
Ya. G'. G'ulomov, M. R. Qosimov, O. M. Rostovsev, M. A. Asqarovlarning bu sohadagi ilmiy tadqiqotlari, ayniqsa, diqqatga sazovordir.

Metallarni, ayniqsa, oltin va kumush kabi noyob qazilmalarni izlab topish hamda ishlatish miloddan oldingi XX–XIX asrlarga to'g'ri keladi. Qadimgi Urartu mamlakatida metall ishlab chiqarish miloddan oldingi XX asrdan boshlangan, deb hisoblanadi. Qadimgi yozma manbalar mualliflari Gerodot, Strabon Yevropa mamlakatlari ma'danchiligidan xabar berib, O'rta Osiyoga ham alohida urg'u berib o'tadilar, jumladan, Strabon o'z asarlarida O'rta Osiyo xalqlari, ayniqsa, Jayhun va Sayhun (Amudaryo va Sirdaryo) bo'ylarida yashovchi xalqlar oltin hamda kumushning mo'lligidan ot-ulovlarining barcha asbob-anjomlari, egar-jabduq, uzangi va yuganlarida temir o'rniiga oltin ishlatganlar, deb yozadi.

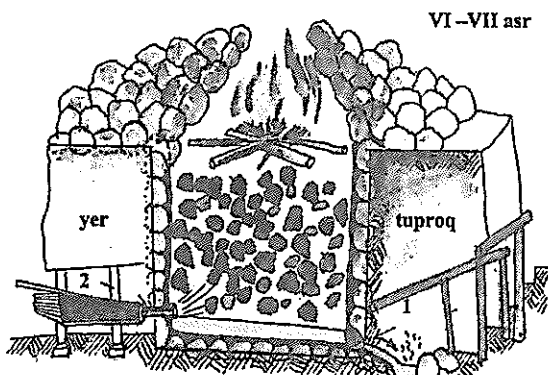
Ilk o'rta asrlarga oid kon qoldiqlari va metall eritish manzillari, ayniqsa, oxirgi paytlarda ko'plab topildi. Bu davrga kelib kon topish, uni qazish va metall eritib olish birmuncha taraqqiy etgan. Metall olish va eritishning VI–VII asrlarga oid namunalari Tunkent (Olmaliq jamoa xo'jaligidagi Obiz qishlog'i o'rni), Buxoro, Toshkent, Farg'ona viloyatlari tog'larida aniqlanib, bir-biriga o'xshash metall eritish pechlarining ishlash tamoyillari va tuzilishi o'rganildi (1.1-rasm).

VII–VIII asrlarga oid pechlarning bir guruhi Toshkent viloyati Ohangaron tumani Boshug'bov yoki Boshchibog' manzilida topilib, Yu.F. Buryakov tomonidan tavsiflangan. Olmaliq mintaqasining Oqturpoq yaqinidagi sochma oltin konlaridan oltin VII asrdan to XII asrgacha

turli hajmda goh to'xtab, goh uzluksiz qazib olingan, deb taxmin qilinadi (1.2-rasm).



**1.1-rasm. Yerni o'yib, tosh qalab ishlatilgan bir martalik qadimiy eritish pechi. 1-ruda; 2-o'tga chidamli olovbardosh toshlar; 3- toshko'mir; 4- o'tin; 5- alanga ;6- mis.**



**1.2-rasm. Ostidan havo berib eritiladigan pech. 1-suyuq mahsulot chiqadigan quvur; 2-havo purkagich po'stin.**

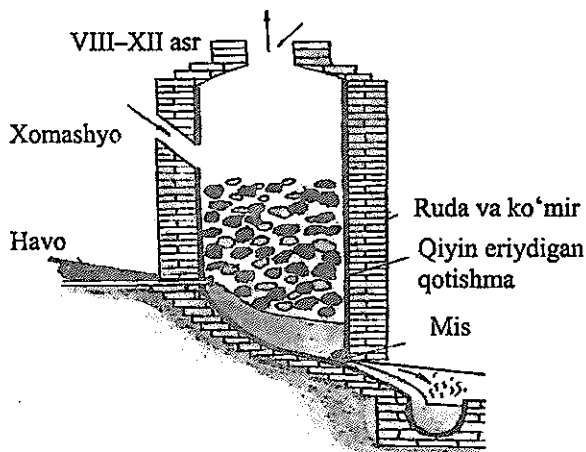
Shuni qayd etish kerakki, konchilik, ma'danchilik, metall eritib olish, qimmatbaho toshlarni topish, ularni ishlatish tarixini yoritishga kelganda barcha mualliflar Farg'ona, Shosh va Iloq mintaqasiga alohida e'tibor berganlar. Jumladan, arab solnomachilari O'rta Osiyodagi



eng ko'p kumush konlarini inobatga olib yozishganda, albatta, Iloqdagi Qurama tizma tog'ining kattagina qismini "Ko'hi Sim", ya'ni "Kumush tog'i" deya alohida qayd etganlar.

O'sha solnomachilarning ko'rsatishlaricha, Shosh va Iloq viloyatining o'n sakkiztadan to elliktagacha katta-kichik shaharlari bo'lib, bulardan qariyb o'nga yaqinida metall eritib olingan. Bu paytga kelib pechlar minorali shaklda, olovbardosh, o'tga chidamli pishgan g'ishtlardan terilgan bo'lib, unumdorligi ham ancha yuqori bo'lgan [2] (1.3-rasm).

O'zbekiston Fanlar akademiyasi Tarix va arxeologiya instituti olimlari, O'zbekiston Milliy universiteti (O'zMU), O'zbekiston madaniyatshunoslik instituti xodimlari tomonidan bu sohada birmuncha mukammal tadqiqotlar yaratildi. M. N. Bubnovaning fikricha, I-II asrga kelib, O'rta Osiyoda foydali qazilmalardan foydalanish o'zining eng yuqori ravnaqiga ko'tarilgan.



**1.3-rasm. Hozirgi minorali pechga o'xshash o'tga chidamli g'ishtdan terilgan eritish pechi.**

Rangli metallar haqida buyuk bobokalonimiz Abu Rayhon Beruniy shunday ma'lumotlar keltiradiki, ularga qarab o'rta asrlarda yurtimizda nodir va rangli metallar ancha takomillashgan texnologik jarayon bilan olinganining guvohi bo'lamiz. Jumladan, simobning javharlari, ya'ni kinovar kabi minerallari qimmatbaho toshlar sifatida ishlatilgan bo'lsa,

uni past haroratda eritib, suyuq simob, oltin va kumush olishning amalgamatsiya usuli qo'llanilishi batafsil aytiladi.

O'rta Osiyoda metallar tabobatda ham ishlatilgan. Maydalangan metall va sochma qumtoshlar ichidagi oltin hamda kumush zarrachalari simob tomchilari orasiga tez yutilib, amalda u bilan suyuq aralashma hosil qilishi va shu yo'sinda ularni tog' jinslaridan ajratib olish mumkinligi atroflicha yoritilgan.

O'rta Osiyoda keng miqyosda topiladigan va olinadigan metallardan biri oltindir. Beruniyning yozishicha, uni turkiylar – oltin, arablar – zaxab, rumiylar – xarzus, suriyaliklar – daxaba, hindistonliklar – suvari deb ataganlar. Shundan so'ng Beruniy dunyoning bir qancha mintaqa va davlatlaridagi oltin konlari haqida ma'lumotlar keltirib, uning Misr, Qandahor, Suriya va Xuttalon kabi mamlakatlarda ko'pligini ta'kidlab o'tgan.

Kumush o'z xususiyati bilan oltindan keyingi o'rinni egallaydi. Uni turkiylar – kumush, forsiylar – sim, rumiylar – argidos, arablar – sima deyilar. Kumush ham, asosan, oltin olish jarayonlari tufayli olinishi keltiriladi. Qadimdan zeb-u ziynat, tanga pullar tayyorlashda oltin va kumushdan o'tadigan metalning yo'qligi ma'lum bo'lgan.

Mis metali arablar tilida nuxas, rumiylar tilida xalkos deb yuritilgan. Mis metali, asosan, Iroq va Xurosonda qazib olingan va eritilib, misgarlik buyumlari – mis ko'za, oftoba, chovgun, mis qozon, chelak, taqinchoqlar, qo'ng'iroqchalar, tumorlar, sandiqchalar va eshik halqalari yasashda ishlatilgan. O'rta asrlarga kelib, mis buyumlari sopol buyumlarni turmush xo'jaligida ishlatishdan asta-sekin siqib chiqargan. Shu bois, mis konlari keng miqyosda kovlanib, rudalar boyitilib, eritib olinib boshlangan.

## 1.2. Ko'hna Iloqda mis ma'danchiligi

Olimlar O'rta Osiyodagi konlardan foydalanish eneolit davrining quyi bosqichlaridan boshlangan, deb taxmin qiladilar. Bronza davri bilan antik davrlarda mis buyumlari hamda mis tangalariga bo'lgan talab bu ma'danni ko'p miqdorda topish va uni eritishga asosiy sabab bo'lgan. Mis konlari va metall eritish o'choqlari O'rta Osiyoda ko'plab topilgan. Bular Navkat, Lyankan, Tuyamo'yin, Farg'ona, Sharqiy va Janubiy Qoramosor, Adrasmon, Konsoy, Choruxdayron va boshqalardir.

Olmalıq mavzesida Oltintopkan, Uchqatli, Miskon, Qalmoqqir, Sariqcho‘qqi, Sarlog‘on, Oqtosh va boshqa katta-kichik ma‘danli makonlarni sanab o‘tish mumkin.

Shimoliy Qoramozor konlari, Chirchiqning yuqori qismidagi konlar, Govurdoq mis qumtoshlari Turkmanistonda va Ko‘hitang kon havzalari, Zarabuloq va Ziyovuddin tog‘laridagi mis konlari – “To‘rt miskon” va “Katta Miskon” konlari shular jumlasidandir. Nurota tog‘laridagi konlar ham O‘rta Osiyoning yirik konlaridan biri hisoblangan [5].

Shosh va Iloq konlari o‘rta asrlarda Movarounnahr hududidagi davlatlarning asosiy konlari bo‘lgan. Shu boisdan, bu o‘lkada qadimgi kon va metall eritish manzillari ko‘plab topilgan hamda o‘rganilgan. 1913-yilda Chaqmoqsoy–Chotqolsoyning irmog‘i bo‘yida mis-toshqol uyumlari topilganligi arxeologlar tomonidan qayd etilgan.

Chotqol irmog‘i bo‘lmish Qoraqumda oltin, mis, kumush qazib olingan kon izlari aniqlangan. Alam dovonida ham toshqol uyumi ko‘plab to‘planib qolgan. Chotqolning so‘l irmog‘i kon yaylovlarida qadimgi konchilik izlari mavjud. Chotqolning Mingtuxum irmog‘ida ham qadimiy toshqollar o‘rni aniqlangan. 1934-yilda Chotqolning so‘l irmog‘i Oqbuloq bo‘yida toshqollar uyumi aniqlangan. 1912-yilda O‘lchamdaryo qirg‘og‘ida, Xumson qishlog‘idan 20 km yuqorida mis toshqollari topilgan. O‘lcham bo‘ylab Xo‘jand qishlog‘idan 1,3 km va Qariqulsoy bo‘yida mis ma‘dan boyitish manzili topilgan. Uning umumiy maydoni 100x100 m. Undan yuqorida esa kon o‘yiq-lari belgilangan. Toshkent viloyati Parkent tumaniga qarashli Nevich qishlog‘ida 2 gektarga yaqin joy ma‘dan eritish toshqollari bilan yastanib yotibdi. Bu joy polimetall ma‘dan eritish toshqollarining manzili, deya taxmin qilinmoqda. Shovg‘ozsoy, Ohangaron daryosining so‘l irmoqlarining yuqori qismida katta maydonda metall qoldig‘i topilgan va u deyarli to‘liq o‘rganilgan.

O‘rg‘oz, Sovuqbuloq va Qizota soylari yuqorisida O‘rg‘oz-Qoratosh (Ohangaron tumani Olmalıq jamoa xo‘jaligi hududida) qal‘asi qoldig‘i bahaybat devor shaklida saqlangan. Bu qal‘a atrofidagi olti joyda kon o‘yiq-lari aniqlangan. O‘rg‘ozsoy toshqollari, asosan, temir, mis va qo‘rg‘oshin eritib olinganidan darak beradi. Miskon tog‘i yonbag‘ridagi Qoratepadan ham bir qancha kon o‘yiq-lari mavjudligi geologlar tomonidan o‘rganilgan.

Yu. F. Buryakovning yozishicha, kon yerosti xandaqlari kengligi 1–3 metr va balandligi 0,9–1 metr bo‘lgan. Bu joylardan O. P. Madji tomonidan alohida mis tangalari yig‘ib olingan. U Farg‘onada 1010-

yilda Nasrbek Ali tomonidan zarb qilinganligini aniqlagan. Tunkent (Iloq viloyati) shahar xarobalarida, B.N.Nasledovning hisobiga ko'ra, 150000 tonna toshqol tepaliklari saqlanib qolgan. Bu joyda ulkan shahar bo'lib, u butkul Ohangaron viloyatini o'z ichiga olgan Iloq davlati poytaxti edi, II asrdan to XII asrga qadar ravnaq topgan. Tom ma'noda bu shahar o'rti asrlardagi ma'danshunoslar shahridir. 1.4-rasmda Qadimiy Iloq mamlakatining poytaxti Tunkent shahrining umumiy ko'rinishi tasvirlangan.



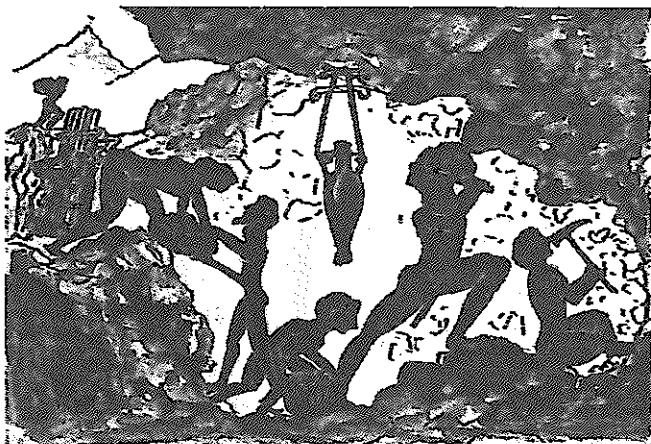
*1.4-rasm. Qadimiy Iloq mamlakatining poytaxti – ma'danchilar shahri Tunkent shahrining umumiy ko'rinishi. Unda ichki shahar shahriston, tashqi shahar raboddagi ma'danchilik o'choqlari aks ettirilgan. Shahristonning ayrim devorlari XXI asrga qadar saqlanib qolgan. Orqasidagi tog' hozirgi Chotqol tizmasi yon atroflaridir.*

Shahar shimol va g'arbdan Otchopar hamda Sovuqbuloq soylari, shimoli-sharqda Ohangaron daryo o'zani bilan va g'arbda maxsus qilcha devor va Xotunariq nomli kanal bilan o'ralgan. Qariyalarning rivoyat qilishlaricha, bu shahardagi barcha toshlar ham tog'lardan keltirilmagan. Balki shahar bir necha bora toshotar manjanaqlardan toshbo'ron qilingan.

Qadimiy kitoblar – “Hazrat Ali haqida hikoyalar” hamda “Zaynol arab va Zufunon hikoyalari” talqinlariga ko'ra, shahar zardushtiyotashparastlar dinida bo'lgan. O'ta rivojlangan, unchalik katta joyni egallamagan, aholisi jihatdan ancha kichik bo'lgan Tunkent ahli hech

qanday dimni tan olmasdan, kecha-kunduz rangli va qimmatbaho metallarni eritish bilan mashg'ul bo'lgan. Rivoyat qilinishicha, Imom Husaynga otasi hazrat Ali lashkarlari Tunkentga yurish qilishi kerak ekanligini, u yerda kofirlar juda boy yashashini, mis, oltin, kumushga boy konlari borligini uqtiradi. Solnomachilarning yozishicha, uzoq urushdan so'ng ma'danchilar shahri Tunkent toshbo'ron qilinib, bosib olinadi va islom dini joriy etiladi.

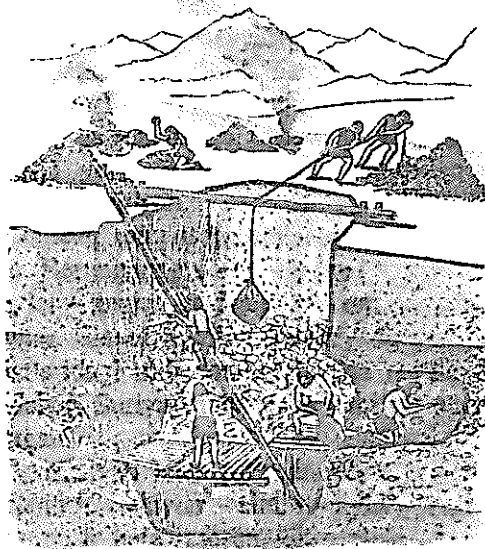
Biroq bu urush zamirida ko'proq boylik, tilla va mis ma'danlarini qo'lga kiritish maqsadi bo'lgan bo'lsa ajab emas. Bu VII–VIII asrlarda amalga oshgan. 1.5 va 1.6-rasmlarda qadimda rudalarni yerosti va ochiq usulda qazib olish, maydalab navlarga ajratish tasvirlangan.



*1.5-rasmi. Yer ostidan foydali qazilmalarni qazib olish.*

Tarixdan shu narsa ma'lumki, Shosh–Iloq IV–VI asrlarda Turk xonligi, X asrda somoniylar, XI asrda esa goh somoniy, goh qoraxoniylar hukmi ostida bo'lgan. XII asrga kelib, shahar iqtisodiy jihatdan zaiflashgan. Bu yerga turli qabilalar hujumi doimo xavf solib turgan.

XIII asrga kelib Chingizxon istilosi uni butunlay vayron qilib yubordi. Rivoyat qilishlaricha, Chingizxon askarlari uch oy davomida shaharga keladigan suv ariqlari va oziq-ovqat yo'lini berkitib, qamal qilib turgan. Ammo uch oy mobaynida ham shaharda oziq-ovqat va suv tanqisligi kuzatilmagan hamda aholi taslim bo'lmagan.



***1.6-rasm. Yer ustidan o'yib ochiq usulda rudani qazib olish va yer ustida maydalab, navlarga ajratish.***

Shundan so'ng Chingizxon istilochilari bu shaharga yerosti sopol quvurlari orqali Qurama tizmasi tog'laridan suv kelib turganini aniqlab, suv yo'lini berkitgan. Shundan keyingina shaharliklar darvozalarini ochib, dushman bilan mardona kurashib, halok bo'lganlar. Chingizxon istilochilari har yerda bo'lganidek, bu yerga ham o't qo'yib, bor boyligini talab, aholisini nobud qilganlar. Akademik M.E.Masson va boshqa olimlarning yozishicha, Tunkent tanga pullar zarb qilishda Buxoro va Samarqanddan keyin O'rta Osiyoda uchinchi o'rinda turgan. Iloqda zarb qilingan tangalar dunyoning turli mintaqalarigacha borib yetgan [2].

Kitob mualliflari Toshkent davlat texnika universitetining talabarlari va shogirdlari bilan birga 1996–1998-yillari Tunkent xarobalarini deyarli to'liq ilmiy o'rganib chiqdilar.

150 gektardan ortiq yerni egallab yotgan Tunkent xarobalari, mandanchilar maskani (rabod) hamda shahristondan iborat bo'lgan shahar qismlari va undagi 7 ta toshqollar uyumi tahlil qilindi. Har bir uyumdagi toshqollar miqdori, hajmi va ularning asosan ustki qatlamdagi tar-

kibi alohida o'rganib chiqildi. 1.1-jadvalda har bir uyumning hajmi va metallar miqdori berilgan [3, 4].

**1.1-jadval**  
**Tunkent toshqoli va undagi metallarning miqdori**

Uyumlar	Toshqollar, tn.	Undagi mis, tn	Tarkibidagi metallar, kg	
			oltin	kumush
1	4309,42	72,4	0,45	849,82
2	3375,07	43,5	1,01	149,85
3	69361,54	839,3	27,75	12984,48
4	33657,50	127,9	13,46	2080,03
5	9864,80	32,6	2,96	728,02
6	11832,80	42,6	2,37	667,37
7	30603,00	171,4	6,12	1260,84
Jami	162878,80	1329,7	57,12	18720,41

Jadvaldan ma'lum bo'ladiki, toshqollar miqdori 162878,80 tonnani tashkil qiladi. Bu arxeologlarning Tunkent toshqollari 150 ming tonnadan ortiq, degan taxminiga mos keladi [5].

Unda mis tarkibi 0,21% dan to 1,68% gacha bo'lib, asosan, oksid holda uchraydi, chunki ularning yillar, asrlar mobaynida asta-sekin oksidlanishi muqarrar. Oltin 0,2 g/t dan 2 g/t.gacha, kumush esa ayrim qatlamlarda 600 g/t gacha topildi [6].

Tunkentning ma'dan tashlandiqlari to'liq loyihalashtirilib, ilgari ishlatilgan ruda, toshqol, xomashyo, xomaki mis tarkibi va ayrim fizik-kimyoviy mineralogik xossalari ham atroflicha o'rganildi.

Olmaliqsoy bo'yida (Ohangaronning so'l irmog'i) Qalmoqqir konlaridan yuqorida qadimiy konchilik o'yiqlari, mis toshqollari to'plami ko'p saqlanib qolgan. Xuddi shu paytlarda o'tkazilgan geologiya-qidiruv ishlari tufayli qadimiy kon handaqlari va toshqollari maydonini kuzatish ulkan natijalar berdi. 1925–1926-yillarda S. F. Moshkovsev geologiya-qidiruv ishlari natijasida katta va kichik Qalmoqqir mis konlarini topdi.

Xalq orasida bu yerda "Miskon" borligi haqidagi qarash keng tarqalgan, qolaversa, Mulla Mansur bobo geologlar bilan ilmiy izlanishlarda muntazam ishtirok etib, bu konlarning tezroq topilishiga o'z hissasini qo'shdi. 1931–1933-yillarda ham qadimgi konlar o'rni geo-

loglardan A. V. Korolev boshchiligidagi guruh tomonidan o'rganildi. 1933-yilda F. I. Bolfsen bu yerda juda katta oksidlangan mis koni borligini aniqladi. Qadimgi Qalmoqqir, Sarobotkon, Qo'rg'oshin konlari O'rta Osiyo va Olmaliq geologiya-qidiruv xodimlari tomonidan chuqur o'rganildi. Qalmoqqirdan yuqoridagi Oqturpoqsoy bo'yida ham qadimgi mis konlarining o'yiqlari aniqlangan. Nakpaysoyning yuqori qismida Baliqti oltin-mis koni, Miskon, Sovuqbuloq, Sariqcho'qqi, Kovuldi, Ungurlikon, Tangil, Orabuloq, Kaltasoy, Golduran, Togan konlari qadimdan oltin va mis metalini olish manbai bo'lgan. 1978-yildan Olmaliq kon hududining janubiy qismida Cho'yansoyning o'ng qirg'og'ida temir eritish maydoni kuzatila borilib, undan 1 km yuqoriroqda ko'plab pistako'mir tayyorlash pechlarini topishga olimlarimiz muvaffaq bo'lishgan. Bu ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatadiki, agar yoqilg'i tayyorlash mumkin bo'lsa hamda shu joyda ma'dan miqdori ham yetarli bo'lsa, u holda metall eritib olish pechlarini yasash maqsadga loyiq bo'lib, iqtisodiy jihatdan samara bergan. Ustoz M.Asqarov boshchiligidagi ToshPining Olmaliq kechki kon-metallurgiya fakulteti talabalari 1978-yilgi kuzatuvlar davrida ham o'nga yaqin tosh qaylalar (metall eritish uchun pechning o'tga chidamli suvoqlari), shamotli g'ishtlarini topdilarki, bu qadimgi misgar va chilangarlarimizning o'tga chidamli minerallardan unumli foydalanganliklaridan guvohlik beradi.

Konimansur koni qadimiy Olmaliq konlari ichida eng yiriklaridan biri bo'lib, uni 1961-yilda Yu. F. Buryakov ham kuzatishga muvaffaq bo'ldi. U ochiq usulda kovlab olingan konlardandir. Maydoni 40–50 metr, ayrim joyda chuqurligi 60 metrga ham yetib boradi. Ochiq kon o'yiqlari uzunligi to 125 metrgacha, kengligi 75 metr va chuqurligi 5 metrgacha boradi [7].

B. N. Nasledov va A. V. Korolevlarning kuzatishlaricha, u ko'p qavatli xona (kamera)dan iborat. Kuzatuvchilar u joydan ko'plab qadimiy konchilarning archali tayanchi, tukli ustun kabi asbob-anjomlarini topishga erishdilar.

Asosiy o'yiq xonalar o'lchami 50 metrdan to 200 metr uzunlik-kacha borgan. Bu joydan olingan metall namunasi kimyoviy tahlil qilinganda, uning tarkibida 1% dan 7% gacha qo'rg'oshin, 186,5 g/t, ayrim hollarda 241–263 g/t kumush borligi aniqlandi.

B. N. Nasledov tahlillari bo'yicha kumush miqdori 580,632 va hatto 756 g/t gacha bo'lgan. Kumush ayrim paytlarda 1240 g/t va 1370 g/t ga yetgan. Bu yerda topilgan tosh bolg'alar uzunligi 11 sm,



o'rtada dasta uchun burg'ulab topilgan o'yiqli diametri 2–2,5 sm gacha yetgan. Kon o'yiqlaridan shimoli-g'arbda ma'danlarni boyitish ishlari manzili aniqlangan. Bunda turli o'lchamdagi 3x4,5 va 4,5x5,0 metrli maydonchalar mavjud bo'lib, ular metalni saralash va maxsus o'lchamga keltirish uchun ishlatilganligini bildiradi [5].

### 1.3. Mis sanoatining jahondagi o'rni

Yer shari xaritasiga nazar tashlab, unga ilmiy yondashadigan bo'lsak, uzoq mulohazaga, chuqur o'ylarga toldiruvchi bir holatga tushish mumkin. Bugungi kunda mis metalni ishlab chiqarayotgan yirik mamlakatlarni xaritada bir-biri bilan tutashtirib chiqsangiz, ulardagi o'xshashlik, qandaydir sirli mutanosiblik borligiga, ayniqsa, kimyoviy tarkibining o'xshashligiga hayron qolasiz. "Misli belbog'" zonasini hosil qilgan bu mamlakatlar haqida chuqur mulohaza yuritiladi.

Biroq hozirgi paytda dunyoda eng rivojlanib kelayotgan, xomashyo manbasidan mis ishlab chiqarish bo'yicha oldingi o'rinlarni egallab turgan mamlakatlar qatoriga Chili, AQSH, Yaponiya, Rossiya, Xitoy, Belgiya va "Misli belbog'" nuqtalarida joylashgan Afrika qit'asi, Kanada va Qozog'iston Respublikasini qo'shsak, hech ham mubolag'a bo'lmaydi. Bular orasida Yaponiya va Belgiya mamlakatlarni hisobga olmaganda, boshqa barcha mamlakatlar o'z yurtlaridagi mis ashyosi manbaidan tashqari, chetdan xomashyo olib kelib, qayta ishlash hisobiga o'z korxonalari unumdorligini oshirmoqdalar. Rivojlangan mamlakatlarda 60% gacha olingan mis aynan ikkilamchi misli ashyolar, ya'ni chetdan keltirilgan ashyolar hisobiga to'g'ri keladi. Shvetsiya va Finlandiyani e'tiborga olmaganda, qolgan barcha G'arbiy Yevropa zavodlari, asosan, tashqaridan keltirilgan ashyolarni qayta ishlashga mo'ljallangan. Bu diyorlarda, asosan, mis, oltingugurt birikmasi, ya'ni sulfidli mis ashyosi qayta ishlanayotgan bo'lsa-da, lekin avval ta'kidlab o'tilgan "Misli belbog'" nuqtalari atrofidagi mamlakatlar va AQSHda oksidli mis ashyolarini gidrometallurgiya usuli bilan qayta ishlash natijasida ham qo'shimcha mis metali olinmoqda. Dunyoda sulfidli rudalarni deyarli bir xil usul bilan qayta ishlash yo'lga qo'yilgan, ya'ni

**Ruda→Maydalash→Boyitish→Eritish→Mis olish**

Umumiy o'xshash texnologiya hisoblangan deyarli bir xilli piro-metallurgiya usuli unchalik qimmatga tushmasa-da, asosiy sarf-xarajatlar rudani fabrikaga keltirish, maydalash va uni keng qo'llanib kelinayotgan flotatsiya yo'li bilan boyitishga ketadi. Boyitish natijasida olingan mis boyitmasi tarkibida mis 10% dan 50% gacha bo'ladi, gohida polimetall shteyn yoki mis-nikelli faynshteynlardan misni nikeldan ajratib olishga to'g'ri keladi, buning natijasida olingan mahsulot tarkibidagi mis 60–70% gacha bo'lishi mumkin.

Dunyo bo'yicha yiliga umumiy 18 mln. t. (2008-yil hisobida) mis ishlab chiqarilayotganligi e'tiborga olinsa, tekshirilib o'rganilgan va hozircha zaxira konlarimiz kamida yana 20–30 yil zavod va fabrikalarining beto'xtov ishlashini ta'minlashi mumkin. Texnogen va konditsion bo'lmagan rudalar misli ashyolarini ham zaxiralar hisobiga qo'shsak, hali ko'p o'rganilmagan, biroq tarkibidagi rangli metallar miqdorining me'yordan yuqoriligi bilan farq qilib turgan yuzlab konlar mavjudligi e'tiborga olinsa, XXI asrda davlatlar o'z korxonalarini ashyo bilan to'liq ta'minlay oladilar.

Dunyodagi mis konlari bor mamlakatlarning geografik joylashishi va ularning mutanosibligi masalasida hali hech bir olim bosh qotirib ko'rgani yoki bu haqda biror fikr bildirgani yo'q. Shuning uchun ham kitob mualliflarining bu haqda o'z qarashi va g'oyalari mavjud. Misli va mis-nikelli rudalar xaritada o'zgacha yoy hosil qiladi. Birinchi yoy Taymir yarim orolidan (Norilsk kombinati, Rossiya) tortib, Kolsk yarim oroli orqali Skandinaviyaga, yoyning qolgan qismi esa Kanada orqali o'tadi. Bu konlarda yuqori sulfidlar kam miqdorda bo'lib, temir asosan pirrotin, mis esa bornit holida joylashgan.

Ikkinchi yoy Yugoslaviya o'lkasidan, ya'ni Bolqon yarim orolidan o'tib, Turkiya, Eron, Afg'oniston, O'zbekiston va Qozog'iston, so'ng Ural (Rossiya) tog'larida tugaydi. Bu yerlarda, asosan, mis xalkopirit holida, temir esa pirit holida uchraydi. Biroq Jezqozg'on (Qozog'iston) konlarida rudalarning kimyoviy tarkibi biroz farqli bo'lsa, ayrim Ural tog'laridagi va Shimoliy Qozog'iston konlaridagi misli rudalar tarkibida doimo rux elementi uchrab turadi. Aynan shu yoyga Kavkaz (Armaniston, Rossiya) adirlaridagi konlarni kiritish mumkin.

Uchinchi yoy Amerika mintaqasida – shimoldan janubga Tinch okeanining sharqiy qirg'oqlari bo'ylab Kanada orqali AQSH, Meksika, Peru va Chili orqali o'tadi.

To'rtinchi guruhga Afrika orqali o'tadigan "Misli belbog'" hududini kiritish mumkin. Bu shimoldan janubga, Zoidan to JAR mintaqalarigacha bo'lgan hududlarni qamrab oladi.

Beshinchi guruhga mansub qazilma boyliklar koniga, asosan, Mo'g'uliston va Baykal yurti foydali qazilmalar konlaridan (Udokan va "Solnechniy" mis kon guruhlari) boshlanib, to janubiy mis konlarigacha, hatto Xitoy va Filippin tog'li konlarigacha bo'lgan joylarni qamrab oladi [8].

Bu beshta guruh, garchi shartli ravishda tuyulsa-da, "yoylar" orasida qandaydir uzviy bog'liqlik va o'xshashlik mavjud. Yer sharining yumaloqligi va uning yadrosi tomon ilmiy nuqtai nazardan mulohaza olib borilsa, metallar zonasining tobora ortib borishiga, uning tomirlari esa asrlar mobaynida yer qobig'iga yaqin joylashganligiga guvoh bo'lamiz.

#### 1.4. O'zbekistonda konchilik sanoati

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari" asarida O'zbekistondagi konchilik sanoatiga alohida to'xtalib o'tgan. Tabiiy xomashyo resurslari haqida so'z yuritilar ekan, Amudaryo bilan Sirdaryo oralig'ida joylashgan O'zbekiston o'z taraqqiyot istiqbollari jihatidan qulay geografik-strategik mavqega ega ekanligi ta'kidlab o'tiladi. Bobokalonlarimiz qanchalik boy yashaganligi, bu hududda mineral xomashyo manbaining bitmas-tuganmas makonlari borligi uchun ham xaqli ravishda bu yurtni "ko'hna ma'danchilar yurti", desak hech ham mubolag'a bo'lmaydi.

Yuqorida qayd etilgan asarga murojaat qilib, ushbu satrlarni keltirsak: "O'zbekiston o'z yerosti boyliklari bilan haqli suratda faxrlanadi – bu yerda mashhur Mendeleyev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan. Hozirga qadar 2,7 mingdan ziyod turli foydali qazilma konlari va ma'dan namoyon bo'lgan istiqbolli joylar aniqlangan. Ular 100 ga yaqin mineral-xomashyo turlarini o'z ichiga oladi. Shundan 60 dan ortig'i ishlab chiqarishga jalb etilgan. 900 dan ortiq kon qidirib topilgan bo'lib, ularning tasdiqlangan zaxiralari 970 milliard AQSH dollarini tashkil etadi"<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Karimov I.A. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: havfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. Toshkent: O'zbekiston, 1997. 230 bet.

G'oyat muhim strategik manbalar – neft va gaz kondensati, tabiiy gaz bo'yicha 155 ta istiqbolli kon, qimmatbaho metallar bo'yicha 40 dan ortiq, rangli, nodir va radioaktiv metallar bo'yicha 40, konchilik-kimyxo xomashyosi bo'yicha 15 ta kon qidirib topilgan.

Bir qator foydali qazilmalar (metall) bo'yicha O'zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatidan MDH mamlakatlari-dagina 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 [1].

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 olinardi.

1926-yilda geolog V. N. Nasledov tomonidan Qoramozor tog'lari-da 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 kunda 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 Uchquloch, 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 majmui 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'shilmoqda. 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 kelinmoqda.

Olmaliq 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 qirqichlar yordamida tarkibida oltini 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 oltini 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'q-qisi, 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 olina 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'shilib, 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 olina 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 zaxiralarga 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 kvarts 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, Uchquloq metall konlarida joylashgan bo'lib, bu konlar haqida alohida to'xtalib o'tamiz.

### 1.5. Olmaliq metallurgiyasi

**Qalmoqqir koni.** Bu kon Markaziy Osiyodagi eng katta mis-molibdenga 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), avtoullov 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'rmlavchi transporter, yarimmobil (ko'chirma) maydalaydigan ortiqcha yuklanish agregatlari tavsiya etilmoqda. Bundan tashqari, karyerning yuqori ufqlarida temiryo'l va avtoullov 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, BeiAZ-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 eksгалatsion quyqadan hosil bo'lgan (pnevмотолитид-ротермал, Попов bo'yicha, 1965-y). Asosiy minerallar murakkab tasmasimon 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.

*Mis boyitish fabrikasi.* 1961-yilda Qalmoqqir va Sariqcho'qqi konlarining mis-molibden rudalarini qayta ishlab chiqarish uchun fabrika ishga tushirilgan. Fabrika tizimida ikkita maydalash bo'limi bor:

- yirik maydalash bo'limi. Unda uchta konussimon maydalaydigan mashina KKD-1500/180 tinmay ishlab turadi, ularning har bittasi yiliga 15 mln. tonna ma'danli ruda unumdorligiga ega;

- mayda va o'rta maydalash bo'limi. Unda o'rta KSD - 2200 va KSD - 3000 va mayda KMD - 2200 va KMD - 3000 maydalaydigan dastgohlar ishlatiladi, ularning umumiy soni 34 ta, to'liq unumdorligi - yiliga 29 mln. tonna rudani qayta ishlashi mumkin.

Fabrikaning asosiy binosida 10 ta texnologik qism bo'lib, ular 3,6x4,0; 3,6x5,6; 4,5x6,0 metr miqdordagi sharli tegirmonlar bilan hamda 6,3 kub.metr, 12,54 kub.metr, 16,0 kub.metr hajmli flotatsion mashinalar bilan ta'minlangan. Unda maydalangan ruda boyitiladi.

Kollektiv konsentrat seleksion flotatsiyaga yuborilib, undan mis konsentrati va molibden konsentrati sanoat mahsuloti hoida ajratib olinadi. Quyuqlanish suvini siqib chiqarish va quritishdan keyin mis konsentrati (OTMK) mis eritish zavodiga jo'natiladi. Molibden sanoat mahsuloti avval Olmaliq TMK hududida joylashgan qo'shma korxonada sexida quvursimon aylanma pechda kuydirilib, to'liq MoO<sub>3</sub> (molibden oksidi) molibdenli xomashyo quyuqlashtiriladi va yuqori haroratda eriydigan, issiqqa chidamli bo'lgan metallar O'zbekistondagi Chirchiq kombinatiga yuklab jo'natiladi. Fabrika chiqindilari gidrotransport yor-

damida fabrikadan 12 km uzoqlikda joylashgan chiqindilar omboriga jo'natiladi.

*Mis eritish zavodi.* 1964-yilda Olmaliq mis eritish zavodi ishga tushirilgan (1.7-rasm).

Ushbu zavod quyidagi sexlardan iborat:

- metallurgiya sexi – yiliga 50 ming tonnagacha xomaki misga mo'ljallangan yallig' qaytaruvchi pech, yiliga 65 ming tonnagacha xomaki misga mo'ljallangan kislorodli-mash'alli eritish pechi, har biri 75 tonna hajmga ega to'rtta yarim aylanma pech konverterlar, har birining hajmi 200 tonna bo'lib, xomaki misni suyuq holda olovli tozalab, qayta ishlash quvvatiga ega bo'lgan anodli pechlar majmuidan;

- elektrolit vannasida misni elektrolizlash sexi (yillik quvvati 147 ming tonna katodli mis);

- oltin va kumush soflash sexi (selen va tellur);

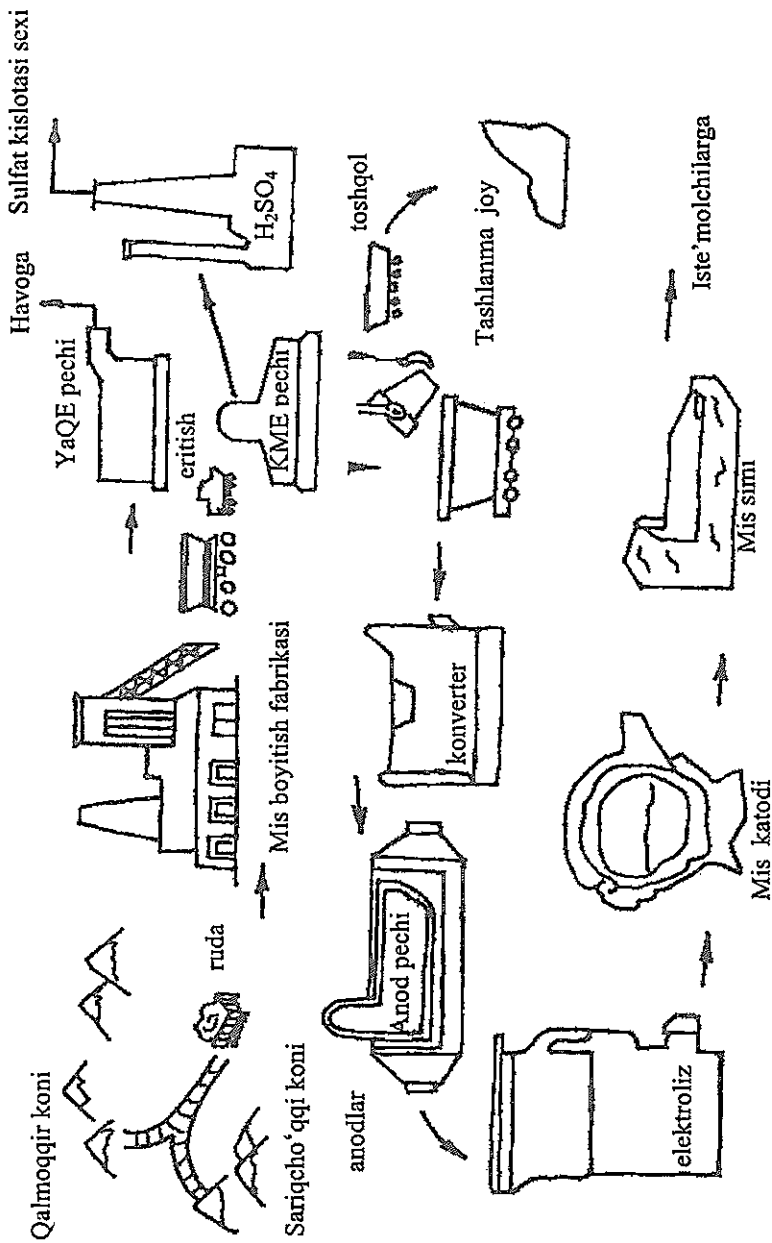
- shlam-kuporos sexi, yillik unumdorligi 7 ming tonna mis to'tiyosi ishlab chiqaradi;

- chiqadigan metallurgiya gazlarini qayta ishlash uchun ikkita oltingugurt (sulfat) kislotasini olish sexlaridan iboratdir.

Aynan 1964-yilning dekabrda yallig' qaytaruvchi eritish pechining (YaQE) ishga tushirilishi nafaqat Olmaliq kombinati uchun, balki butun respublika uchun katta ahamiyat kasb etishi muqarrar edi. Chunki uch yil oldin (1961-yili) ishga tushgan mis boyitish fabrikasining mahsuloti–mis boyitmasi boshqa zavodlarga jo'natilar edi. YaQE pechi avvaliga mazut va tabiiy gaz aralashmasi, keyinchalik esa to'liq tabiiy gaz bilan bir maromda hozirgacha ishlab kelmoqda. Bu pechning asta-sekin mukammallashuvi texnologik kislorod yordamida pechning tepa qismidan, svod (qubbadan) tabiiy gaz bilan birgalikda pech qiya-ligiga purkalib, doimiy berib turilishi unda boyitma va shixta qorish-masining tezroq erishiga va unumdorlikning ancha ortishiga olib keldi. Ahamiyatli kamchiliklaridan biri barcha hosil bo'lgan oqova gaz ish-lovsiz to'g'ri 180 metrlik quvur orqali ochiq havoga yuboriladi.

Olmaliq mis eritish zavodining boshqa zavodlardan texnologik tav-sifi tubdan farq qiladi.

YaQE pechi va kislorodli-mash'alli eritish pechidan olingan sulfidli shteyn konverterga suyuq holda quyilsa, undan olingan konverter toshqoli qayta YaQE pechiga suyuq holda to'kiladi. Uchta eritish agregati orqali misli ashyo doimiy aylanib turadi va ular bir-biriga uzviy bog'liqdir.



1.7-rasm. Olmaliq mis eritish zavodi sharoitida misning olinishi.

**Qo'rg'oshin-rux boyitish fabrikasi.** Hozirgi kunga kelib, qo'rg'oshin-rux boyitish fabrikasida quyidagi sexlar ishlab kelmoqda:

- maydalash sexi, ikkita jag'li maydalash mashinasi, o'rta va mayda maydalanish uchun konussimon maydalash agregatlari bilan jihozlangan;

- ushatish (umalash) va flotatsiya sexi oltita texnologik qismi va qo'rg'oshin-rux boyitmasi seleksiya bo'limidan iborat. Sexda 16 ta zalvorli (soqqali) 3,2 x 3,8 metr miqdoridagi tegirmon va 3,2 kub metr kamera hajmi bilan flotamashinalar ishlamoqda;

- qo'rg'oshin boyitmasini olish uchun suziladigan bo'lim to'rta vakuum diskli suzgichdan iborat bo'lib, har birining suzish maydoni – 30 kv metr. Ag'darma chiqindilari fabrikadan 12 km uzoqlikda joylashgan chiqindilar saqlanadigan ochiq omborxonaga jo'natiladi.

Hozirgi vaqtda fabrika Sariqcho'qqi konining mis ma'danlarini va misli toshqollarni qayta ishlashga moslashtirilgan. Chiqarib olinadigan kollektiv mis-molibden konsentrati OTMK mis boyitish fabrikasining seleksiya bo'limiga jo'natiladi.

**Rux zavodi.** Zavod 1970-yilda ishga tushirilgan. Bu zavod sanoatning metalli rux ishlab chiqaruvchi korxonasi bo'lib, ishlab chiqarish quvvati yiliga 120 ming tonnani tashkil etadi. Zavod qo'rg'oshin-rux konlari ishlab bergan 20–25 ming tonna o'z ruxli xomashyosini qayta ishlab chiqarishga va turli mamlakatlardan 100 ming tonna keltirilgan ruxli boyitmaga mo'ljallangan edi.

Hozirgi paytda qo'rg'oshin-rux boyitish fabrikasining faqatgina mis-molibden rudalarini qayta ishlashga o'tkazilishi munosabati bilan zavod "tolling" sharoitlarida MDH va boshqa chet el mamlakatlaridan keltirilgan rux boyitmalarini qayta ishlab chiqarmoqda.

Metalli ruxdan tashqari, metalli indiy va kadmiiy, sulfat kislotasi, qo'rg'oshin hamda mis yarim mahsulot va rux kuporosi ishlab chiqarilmoqda.

Zavod quyidagi sex va bo'limlardan iborat:

- to'rta qaynovchi qatlam (KS) pechi bilan jihozlangan kuydirish sexi;

- 22 ta reaktor va 18 ta quyuqlashtiruvchi uskuna bilan jihozlangan ishqor yuvish, ya'ni tanlab eritish sexi;

- rux elektroliz sexi va bo'lak rux quyulmasini olish uchun eritish bo'limi;

- rux kukunini velslash va vozgon uchun vels sexi, ya'ni quvur-simon aylanma pechda qayta ishlash;
- yiliga 140 ming tonna sulfat kislota ishlab chiqaradigan, oqova gaz bilan ishlaydigan sulfat kislota olish sexi;
- kadmiy sexi, metalli kadmiy unumdorligi yiliga 560 tonna va 5 ming tonna rux kuporosi hamda yiliga 1200 kg metalli indiy ishlab chiqarish bo'linmalari.

Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati haqida ma'lumot bera turib, quyidagilarni xulosa qilib aytish mumkin: yordamchi infratuzilmani texnologik jarayonlar bilan ta'minlash uchun asosiy bo'linmalarda yordamchi sexlar tashkil qilingan bo'lib, ular: ohaktoshni qazib olish va qayta ishlash sexi, mexanik ta'mirlash zavodi, xo'jalik transport avtokorxonasi, sanoat suv ta'minlash sexi, tarmoq va yordamchi stansiya sexlari, emulsion portlovchi moddalarni ishlab chiqarish va portlatish ishlarini olib borish bo'yicha maxsus korxonalar, qurilish-ta'mirlash va qurilish-montaj boshqarmalari, laboratoriya tajribaxonalari va boshqalardir.

Hozirgi kunga kelib, Olmaliq TMKda 20 ta har xil turdagi metall mahsulotlari olinadi: oltin, kumush, mis, metalli rux, molibden konsentratlari, reniy, texnik tellur, texnik selen, qo'rg'oshin, rux sanoat mahsuloti (kek), emalsim, SAM qotishmasi, vismut, indiy, kadmiy va boshqalar hamda texnik kislorod, sulfat kislotasi, emulsion portlovchi moddalardir. Yangi xil turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ilmiy tekshirish va tajriba-eksperimental ishlari uzluksiz o'tkazilmoqda.

Kombinat jamoasi mahsulot sifatini yanada yaxshilash maqsadida, jahon standartlariga javob bera oladigan mahsulot tayyorlash uchun doimo ish olib bormoqda, natijada O'zbekiston Respublikasining Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatida yuqori sifat bilan ishlab chiqarilgan mis va rux LBM tomonidan yuksak baholandi, oltin va kumush uchun esa qimmatbaho metallar bozori hisoblangan London uyushmasi tomonidan "Yaxshi yetkazib beruvchi guruh" maqomi berilgan.

Bozor iqtisodi rivojlanayotgan bir davrda raqobatga chidamli va tez sotish mumkin bo'lgan mahsulot assortimentini kengaytirish, ishlab chiqarish hajmini o'stirish hamda iste'mol mollari tayyorlashni yuqori darajaga chiqarish maqsadida 2007-yilgacha OTMK ni qayta ta'mirlash va texnik asbob-uskunalar bilan jihozlash dasturi ishlab chiqildi, uni mablag' bilan ta'minlash hajmi 613 mln. AQSH dollarini tashkil etgan



bo'lsa, undan foydalanish unumdorligi va mablag' bilan ta'minlash manbalari aniq belgilab olingan (2006-yil hisobida).

Dasturda quyidagilar ko'zda tutiladi:

- Qalmoqqir koni va mis boyitish fabrikasining qaytadan ta'mirlanishi 2012-yilga borib ma'danli ruda qazib olishni 30 mln. tonna va misli rudani qayta ishlashni 40 mln. tonnagacha yetkazish imkonini beradi;

- misli toshqollarni flotatsiya usuli bilan qayta ishlash natijasida yarim mahsulot va texnogen chiqindilardan temir va boshqa qotishmalarni olishni yo'lga qo'yish;

- yaqin kelajakda 40 ming tonna hajmda prokat olish maqsadida rangli metallarni chuqur qayta ishlash bo'yicha ishlab chiqarishni yaratish.

Shunday qilib, kombinatning asosiy investitsion maqsadi – kombinatda bor xomashyolardan foydalanib, eksportga yo'naltirilgan, yuqori darajada tez sotish mumkin bo'lgan mahsulotlar chiqarish bazasini yaratishdir.

## II BOB

### MISLI ASHYO VA ULARNI QAYTA ISHLASH HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

#### 2.1. Misli xomashyolar va minerallarning tasnifi

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. Bularndan 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 holida 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 holida kerakli miqdorda olinmoqda. Biz ko'rib chiqayotgan mis metali ham yer qobig'ida 0,01% nigina 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 ruda-dagi miqdoriga qarab, ular polimetalli (ko'p metalli) hamda mono-metalli (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 birlashtirib, 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, kadmium, go'ldan mis molibdenli, ba'zi hollarda volfram, oltin, reniy kabi elementlar bilan birgalikda uchrab turadi.

## 2.1-jadval

### Minerallarning nomi va kimyoviy belgisi

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

O'rta Osiyoning Chotqol, Qurama tog' tizmalari Ohangaron tumanining o'ng va so'l tomonlarida joylashgan bo'lib, oltin, kumush, mis, rux, molibden, uran va boshqa metallarga boy, bizning davrimizda ham Qurama tog' tizmasi foydali qazilma boyliklar olishning asosiy manbai hisoblanadi. Minglab tonnadan ortiq rangli metallarga boy toshqol

qoldiqlari shundan dalolat beradiki, qadimdan bobokalonlarimiz mis, qo'rg'oshin, oltin, kumush metallarini toza holda olishga, ularga ishlov berish va har xil zeb-u ziynat buyumlari tayyorlashga mohir bo'lganlar.

## 2.2. Misning asosiy xossalari va ishlatilishi

Mis rangli og'ir metallar ichida xalq xo'jaligidagi asosiy keng ishlatiladigan metallar sirasiga kiradi. Mis davriy sistemada 29-tartib raqami bilan birinchi guruhda joylashgan. 2 izotopi bor bo'lib, uning atom massasi 63 va 64 dir. Shuning uchun ham yig'indi hamda atom og'irligi 63,54 deb qabul qilingan.

Mis quyidagi asosiy xususiyatlarga ega:

- ionizatsiya potentsiali	I. + 7,72 eV II. + 20,29 eV III. + 36,83 eV
- ion radiusi	- 0,8.10 <sup>-10</sup> m
- metall radiusi	1,28Å
- erish va qaynash harorati	1083 va 2310 <sup>0</sup> C
- valentligi	+1,+2
- issiqlik sig'imi, < 300 <sup>0</sup> C	0,104 kal/g. C
> 700 <sup>0</sup> C	0,118 kal/g. C
- qotish paytida hajmning qisqarishi	4,2 %
- solishtirma og'irligi, quyma holida	8,3–8,9 g/sm <sup>3</sup>
- sim yoki siqilgan holda	8,87–8,94 g/sm <sup>3</sup>
- issiqlik o'tkazuvchanligi	0,98 kal (sm.sek. <sup>0</sup> C)
- elektr o'tkazuvchanligi	56,65 m/om.mm <sup>2</sup>
- qattiqligi (Brunel bo'yicha)	50
- me'yoriy potentsiali	+0,34 V
- elektr kimyoviy ekvivalenti	1,186 g/(A.s)
- bug' bosimi (1080 <sup>0</sup> C da)	0,113 Pa
- rangi	qizil

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

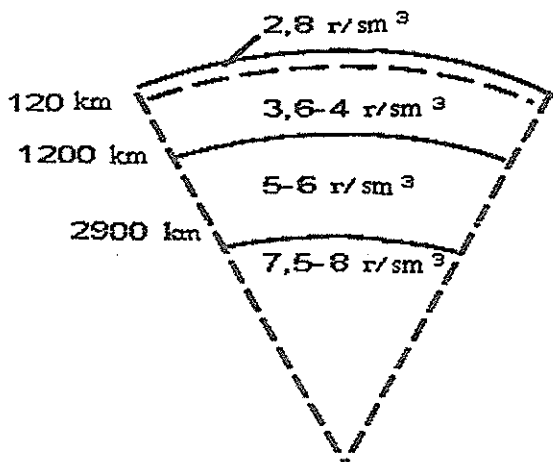
elektrotexnika va elektronika mahsuloti sifatida	45–55
mashinasozlik va transportda	15–30
qurilish sanoatida	5–10
kimyo sanoatida	2–10
boshqa turli tarmoqlarda	10 gacha

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.

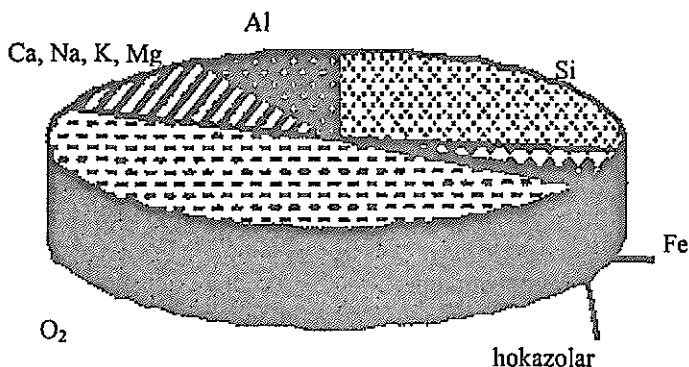
Mis mahsulotlaridan keng ishlatiladigani mexanik qayta ishlov berilgan prokat (asosan sim holda) va latundir.

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 gazzimon 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 (2.1-rasm) [11]. Shuningdek, 2.2-rasmda yer qobig‘idagi kimyoviy elementlarning tarkibi foiz hisobida ko‘rsatilgan.



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



2.2-rasm. Yer qobig'idagi kimyoviy elementlarning tarkibi, %.  
 O<sub>2</sub> - 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  $\text{SiO}_2$ )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 metallurglarga qo'l kelmoqda.

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

## 2.3. Birikma va metallarning fizik-kimyoviy xossalari va nazariyasi

### 2.3.1. Atom, birikmalar haqida asosiy tushunchalar

Har qanday birikma, qotishma biror bir metall yoki elementdan tashkil topgan bo'ladi. Birikma, komponent yoki deylik, qotishma tarkibi, albatta, metaldan yoki biror bir kimyoviy elementdan iborat bo'lar ekan, avvalo, metall yoki qotishma va uning tuzilishi haqida so'z yuritishga to'g'ri keladi. Metalning asosiy xossalari biri uning tuzilishidir. Atomlarning tuzilishiga qarab esa metallarning xususiyatini bilish mumkin. Masalan, issiqlik o'tkazuvchanligi, elektr o'tkazuvchanligi, g'ovakligi va hokazolar. Fan olamiga qadimdan ma'lumki, atomlar ma'lum songa ega bo'lgan proton va neytronlardan iborat musbat zaryad bilan zaryadlangan yadrodan hamda uning atrofida yuqori tezlikda ma'lum aylanada yoki ellips orbitasi bo'yicha harakatda bo'lgan, manfiy zaryadlangan elektronlardan iborat. Bunda atomdagi elektronlar soni musbat zaryadlangan yadro soniga teng va u davriy sistemadagi elementning tartib raqamiga mos keladi. Shuning uchun ham atomning elektr xususiyati neytraldir. Agar yadroga eng yaqin orbitasining radiusi  $r_1$ - harfi bilan ifodalansa, unda elektronlar harakatidagi radiuslari natural sonlar kvadrati bo'yicha qaraladi, ya'ni:  $r_2=4r_1$ ;  $r_3=9r_1$ ;  $r_4=16r_1$  va hokazo.

Ushbu atomdagi elektronlar bir qancha qatlamlarga bo'linishi mumkin, chunki u elektronlar energiyasi bilan bog'liqdir. Har bir qatlamda ma'lum elektronlar joylashgan, ya'ni

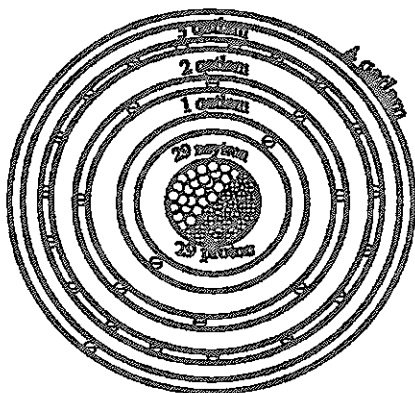
$$N=2n^2,$$

bunda:  $N$  – elektronlar soni;  $n$ –qatlamlar soni (yadro tomondan sanaladi), misol tariqasida mis elementini olish mumkin. Birinchi qatlamda  $2 \cdot 1^2=2$  ta elektron; ikkinchi qatlamda  $2 \cdot 2^2=8$  ta elektron; uchinchi qatlamda  $2 \cdot 3^2=18$  ta elektron; to'rtinchida 1 ta elektron; jami 29 elektron mavjud bo'lib, mis elementi Mendeleev davriy jadvalida 29-tartibda joylashgan, bu esa mis atomining 29 ta elektroni bor deganidir.

Qatlam yadrodan boshlab tartibini raqamlab, oddiy usul bilan o'rganib chiqamiz, ya'ni: 1, 2, 3, 4, 5...

Qatlamlar guruhchasi harflar bilan, ya'ni guruhchalarni 0(s), 1(p), 2(d), 3(f) bilan belgilansa, demak, harflar oldidagi raqam qatlam tartibini anglatadi, ya'ni ikkinchi qatlamdagi elektronlar 2s; 2p; 2d; 2f yoki uchinchi qatlamdagi elektronlar 3s; 3p; 3d; 3f yoziladi. Elektronlar soni esa daraja timsolida yoziladi, ya'ni  $2s^2$  ikkinchi qatlamdagi s guruhchada 2 elektron borligini anglatadi. Har qanday elementning elektron tuzilishini ko'rsatilgan qoida bo'yicha yozish mumkin. Misol tariqasida yana chizma bayoni bilan mis elementining elektron tuzilishini ko'rsatamiz.

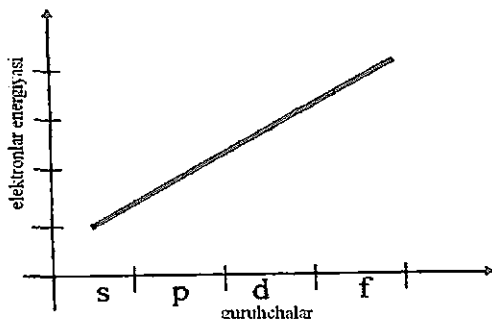
2.3-rasmdan ko'rinib turibdiki, 1-qatlamda manfiy zaryad bilan zaryadlangan 2 ta elektron, 2-qatlamda 8 ta, 3-qatlamda 18 ta, 4-qatlamda esa 1 ta, ya'ni oxirgi 29-elektron joylashgani ko'rinib turibdi. Guruhchalar bo'yicha ikkinchi qatlamda elektronlar quyidagicha joylashadi: nolinchi guruhchada (s) 2 ta elektron, birinchi guruhchada (p) 6 ta elektron, shunga ko'ra misning elektron tuzilishini quyidagicha yozish mumkin:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$



**2.3-rasm. Misning elektron tuzilish sxemasi. Yadro zaryadi +29 ga teng, uning atrofida 29 ta elektron harakatlanadi.**

Ushbu tartibga nazar tashlab, shuni aniq aytish kerakki, elektronlar yadrodan qancha uzoqlashsa yoki qatlam tartibi ortib borsa, elektronlar energiyasi ham shuncha ortib boradi. Guruhchalardagi elektronlar ham qatlam singari ularning guruh tartib raqami ortib borsa, ularning energiya ko'rsatkichi ko'payadi.

2.4-rasmdan ko'rinib turibdiki, nolinchi va birinchi guruhchalarda (s) va (p) energetik ko'rsatkich deyarli bir xil hamda juda past, ikkinchi (d) guruhchada elektronlar energiyasi birdan ortib ketishi va uchinchi guruhchada (f) yanada yuqori bo'lishi, hatto yuqoridagi boshqa qatlamlarga ham chiqib ketishi mumkin.



**2.4-rasm. Atomdagi elektronlar energiyasining guruhchalar bo'yicha ortib borish grafiqi.**

Aynan energiyaning ortib ketishi sababli elektronlar aynan biror bir qatlam yoki guruhchada doimiy harakatda bo'ladi, guruhchadan ikkinchisiga yoki qatlamlarga o'zgarib turishi mumkin, biroq birinchi qatlamdagi elektronning ikkinchi qatlamga o'tishi uchun ancha energiya sarf qilishi kerak bo'ladi.

Agar teskari jarayon kechishi kuzatilsa, unda energiya ajralib chiqadi. Atomdan oldinda joylashgan oxirgi qatlamdagi elektron valentli elektron deyiladi va u yadro bilan juda bo'sh bog'langan bo'ladi. Shuning uchun ham oxirgi erkin elektron o'z atomini tark etib, boshqa atom orbitasiga o'tib ketishi mumkin.

Atomlar o'z elektronlarini bera turib, musbat zaryad bilan zaryadlangan ionlarga aylanib qoladi. Metallarning tuzilishiga nazar tashlaydigan bo'lsak, ular kam harakatlanuvchi musbat zaryadlangan ionlardan iborat panjaradan tuzilganligini, uning atrofida esa yuqori tezlikda erkin elektronlarning harakatda ekanligini tasavvur qilish mumkin. Atomlar tuzilishining chizmasini, ko'p marotaba panjaralar bilan birikkan maketini ko'rganmiz va alohida suratini berib o'tishga hojat yo'q, deb o'ylaymiz.

### 2.3.2. Eritma va qotishmalar haqida asosiy tushunchalar

**Qotishma** – bu elementlarning qattiq, suyuq va gazsimon holatidagi diffuziyasi natijasida hosil bo‘lgan birikma. Qotishma tarkibidagi metallar, ko‘pincha, o‘zaro birikib, kimyoviy birikma hosil qiladi. So‘ng bu birikma ortib qolgan metalda eriydi. Ba‘zan qotishmalar bir kimyoviy moddadan iborat bo‘lishi mumkin. Hech qanday o‘zaro kimyoviy birikma hosil qilmasdan, faqat aralash bir jinsli sistema hosil qilsa, bu *qattiq eritma* deyiladi.

Qotishma – ikki va undan ortiq metallarning erigan (suyuq) holdan o‘zaro ta‘sir natijasida (diffuziya yordami) hosil bo‘lgan va haroratning sovushi natijasida metall zarralarining kristall holatiga o‘tishi mobaynida paydo bo‘lgan moddalar birikmasi, desak ham to‘g‘riroq bo‘lar edi. Ikki yoki bir necha moddadan iborat bir jinsli sistemalar *eritma* deb ataladi. U bir jinsli ekanligi uchun ham oddiy aralashmadan farqlidir. Eritmalar bir jinslilik jihatidan kimyoviy birikmalarga o‘xshaydi. Ba‘zi moddalar boshqa modda (erituvchi) eriganda issiqlik chiqishi (yoki issiqlik so‘nishi) erish bilan kimyoviy birikish orasida o‘xshashlik borligini ko‘rsatadi.

Eritma mexanikaviy aralashma bilan kimyoviy birikma o‘rtasidagi oraliq holatni egallaydi. Eritmaga o‘tgan modda o‘zining avvalgi holatini yo‘qotib, eritmaning komponenti bo‘lib qoladi. Eruvchi modda erituvchi ichida mayda zarralar, molekulalar va ionlar holida tarqalgan bo‘ladi. Eritmalarda ham xuddi gazlarnikiga o‘xshash diffuziya jarayoni sodir bo‘ladi. Erish vaqtida diffuziya jarayoni katta ahamiyatga ega. Masalan, yuqori haroratda eritib turgan pech vannasiga qattiq holdagi xomashyo va birikma yuklanganda, uning sirtidan molekula ajralib chiqadi hamda diffuziya tufayli erituvchiga barobar tarqaladi. Erish vaqtida bu jarayonga qarshi kristallanish jarayoni ham sodir bo‘ladi. Bu yerda qarama-qarshi ikki jarayon kechadi. Chunki erishga ta‘sir qiluvchi har xil omillarga (havo, harorat, bosim, gaz harakati va hokazo) bog‘liq va ikkala (erish va kristallanish) jarayonning tezligi bir-biriga teng bo‘lib qoladi, ya‘ni bir daqiqada nechta zarra eritmaga o‘tsa, xuddi shuncha zarracha qaytadan kristalga aylanadi. Bu vaqtda erigan modda bilan erimay qolgan modda orasida muvozanat qaror topadi va eritma to‘yinadi.

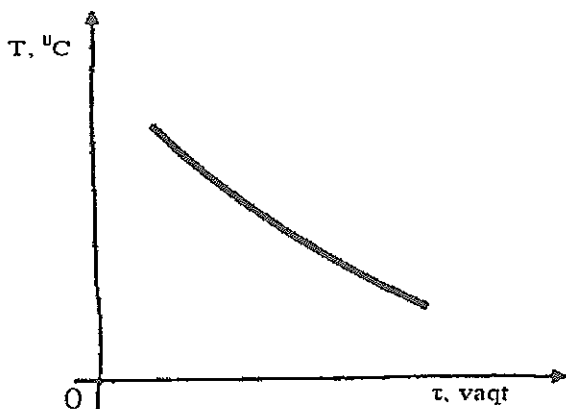
Turli atomlarning erigan paytda birga qo‘shilib ketishi, so‘ng sovushi natijasida umumiy boshqa kristall panjara hosil bo‘lib, yangi

modda yuzaga kelishi natijasida hosil bo'lgan birikma *kimyoviy birikma* deb ataladi. Kimyoviy birikma rivojlanib, moddaga aylanayotgan bir paytda uning tuzilishi, xossasi, kristall panjara joylashishi, elementlarning bog'lanish xususiyati birikmani tashkil etgan metallar tuzilishi, elementlarning bog'lanish xususiyatidan tubdan farq qiladi. Demak, kimyoviy birikma xususiyati undagi metallar xususiyatidan farq qilar ekan, uning qattiqligi, eruvchanligi va boshqa xossalari ham o'zgarib ketadi. Masalan, misning metall holidagi qattiqligi (35 NV) bronza qotishmasidan umuman farq qiladi. Shuningdek, qotishmaning erish harorati ham uning tarkibidagi metallarga qaraganda turlichadir.

Akademik N.S.Kurnakov metallar qotishmalari haqida ancha ilmiy ishlar olib borib, fan taraqqiyotiga sezilarli hissa qo'shdi, ayniqsa, qotishmaning qotishida bo'ladigan jarayonlarni aniqladi va qotishmalarni tekshirib, tarkiblari keng chegarada o'zgarib turadigan kimyoviy birikmalar borligini topdi.

Suyuq holatdagi metallarning bir jinsli aralashmasi yoki bu aralashmaning qotishidan hosil bo'lgan mahsulotni qotishma deb atasak, uning qotish jarayoni qanday kechadi?

Biror suyuqlik qizdirilib, so'ngra sovutilsa, harorati bir tekis pasaya boradi (2.5-rasm).

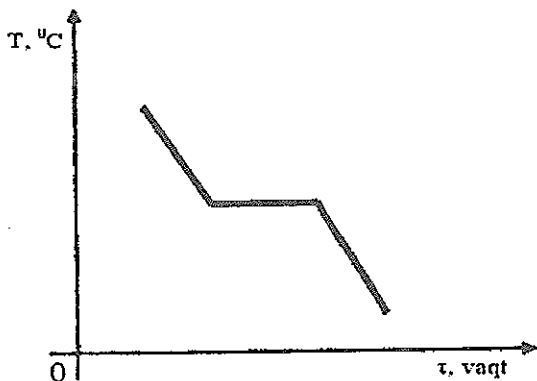


2.5-rasm. Harorat vaqt diagrammasi.

Bu pasayuvchi chiziq rasmda ko'rsatilganidek, vaqt o'tishi bilan bir xilda va bir maromda harorat soviydi. Agar suyuqlik sovush vaqtida kristallana boshlasa, kristallanish issiqlik chiqishi sababli sistema

sovushdan birmuncha to'xtaydi. Suyuqlikning hammasi qattiq holatga o'tib bo'lguncha harorat o'zgarmay turadi. Barcha suyuqlik qotib, deyarli qattiq holatga o'tgandan keyin sistema sovushda davom etadi.

2.6-rasmda ko'rsatilganidek, sovush diagrammasi harorati pasayadi va chiziq gorizontal holatda bo'lib, unda harorat tizimning suyuqlanish haroratini ko'rsatadi.



**2.6-rasm. Kristalning vaqt mobaynida qotishi.**

Har bir jarayon issiqlik chiqishi, yutilishi va sovushi natijasida ro'y berar ekan, issiqlikning ko'pgina qismi bekorga sarf bo'lishi haqida to'xtalib o'tish joiz, deb hisoblaymiz.

Chunki issiqlikning ishga aylanishi yoki energiyaning issiqlikka aylanishi nazariyadagidek to'liq bo'lmaydi. Boshqa turdagi energiyalardan foydalanilganda ham energiyaning ma'lum qismi issiqlikka aylanib, bir qismi bekorga isrof bo'ladi. Masalan, elektromagnit, transformator va boshqa mashinalar ishlayotganda elektr energiyasining faqat ozgina qismi yorug'likka, qolgan qismi esa issiqlikka aylanadi.

Issiqlikka aylangan energiya atrofda muhitga tarqalib ketadi va undan foydali ish olib bo'lmaydi; energiyaning miqdori o'zgarmasa ham, ammo uning sifati o'zgaradi. Demak, energiya o'z qiymatini yo'qotadi. Tabiiy hodisalarda energiyaning shu kabi tarqalishi energiyaning "degradatsiyasi" deyiladi. Qiymatini yo'qotgan bunday energiya miqdorini xarakterlash uchun termodinamikaga "entropiya" degan tushuncha kiritilgan. Izotermik jarayonda jismga yutilgan

issiqliklar yig'indisining jism absolut haroratiga nisbati shu jismning entropiyasi deb ataladi:

$$S = \frac{\Sigma Q}{T}$$

Agar sistema A holatdan V holatga o'tsa, entropiyaning o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

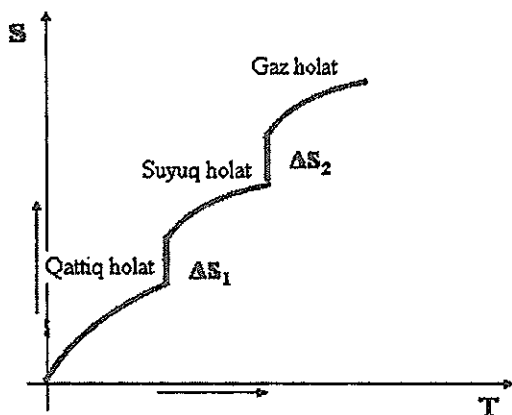
$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{\partial Q}{T}$$

yoki

$$S_B - S_A = n \int_{T_1}^{T_2} C_p \frac{\partial T}{T}$$

bo'ladi, chunki  $dQ = nC_p dT$ .

2.7-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat ortganda, entropiya batamom uzluksiz o'zgarmaydi.



2.7-rasm. Entropiyaning vaqtga bog'liqligi.

Modda holati o'zgaradigan nuqtalarda moddaning tartibsizlanish darajasi o'zgarmas haroratda ancha keskin o'zgarishi sababli uning entropiyasi ham shu nuqtalarda keskin o'zgaradi. Shuningdek, kimyoviy jarayonlarning quyidagi asosiy besh yo'nalishi haqida so'z yuritamiz:



1. Agar biror sistemada energiya o'zgarmasa, ya'ni sistemaga tashqaridan energiya berilmasa yoki sistemadan energiya chiqmasa, jarayon faqat entropiya ko'payadigan yo'nalishda amalga oshadi,  $\Delta S$  maksimumga intiladi.

2. Agar sistemada entropiya o'zgarmasa, ya'ni zarrachalarning joylashish tartibi bir xilda qolsa, jarayon faqat energiya kamayadigan yo'nalishda amalga oshadi. O'zgarmas hajm va o'zgarmas haroratda "ichki energiya"  $\Delta U$  minimumga intiladi; o'zgarmas bosim va o'zgarmas haroratda "entalpiya"  $\Delta H$  minimumga intiladi.

3. O'zgarmas bosim va o'zgarmas haroratda sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarda bir vaqtning o'zida ham energiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda reaksiyani harakatlantiruvchi umumiy quvvat (kuch) qaysi yo'nalishda minimumga intilsa, kimyoviy jarayon ham ana shu yo'nalishda amalga oshadi. Reaksiyani harakatlantiruvchi umumiy quvvat "izobar potensial" va 1961-yildagi xalqaro kelishuvga muvofiq "Gibbsning erkin energiyasi" nomi bilan yuritiladi. U G bilan ifodalanadi. Demak, G moddadagi energiya va entropiyani ifodalovchi kattalik.

O'zgarmas bosim va o'zgarmas haroratda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyada izobar potensialning o'zgarishi  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  tenglama bilan ifodalanadi.

Demak, izobar potensial kamayadigan reaksiyalargina o'zgarmas bosimda o'z-o'zicha amalga oshishi mumkin; boshqacha aytganda, mahsulotlarning erkin energiyasi dastlabki moddalarning erkin energiyasidan kam bo'lgan reaksiyalargina o'zgarmas bosimda o'z-o'zicha amalga oshadi. Shunga ko'ra, har qaysi modda o'zining "hosil bo'lish izobar potentsiali" bilan xarakterlanadi. Standart holatda oddiy moddalarning hosil bo'lishi izobar potentsiallari nomi deb qabul qilingan. Reaksiyaning izobar potentsialini hisoblash uchun mahsulotlarning hosil bo'lish izobar potentsiallari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish izobar potentsiallari yig'indisini ayirish kerak:

$$\Delta G_{298}^0 = \sum \Delta G_{298}^0 - \sum \Delta G_{298}^0$$

reaksiya                      mahsulotlar                      dastlabki moddalar

Odatda, moddalarning "hosil bo'lish izobar potentsiallari" ularning "hosil bo'lish entalpiyalari"  $\Delta H^0$  va "standart entropiyalari"  $C^0$  asosida topiladi. Demak, agar  $aA + bB \leftrightarrow mC + nD$  reaksiya uchun  $\Delta G^0_{298}$  man-

fiy ishorali bo'lsa, reaksiya o'z-o'zicha to'g'ri yo'nalishda boradi.  $\Delta G^0_{298}$  musbat ishorali bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda borishi mumkin.  $\Delta G^0_{298}=0$  bo'lsa, reaksiya kimyoviy muvozanat holatiga kelishi mumkin.

4.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  tenglamadan ma'lumki, past haroratlarda,  $T\Delta S$  hadi kichik qiymatga ega bo'lgani uchun uni nazarga olmaslik mumkin;  $\Delta G \approx \Delta H$  u holda bo'ladi. Demak, bu sharoitda moddalik effektiga ega bo'lgan reaksiyalargina sodir bo'lishi mumkin. Past haroratlarda reaksiyaning yo'nalishini entalpiyaning o'zgarish ishorasi belgilaydi. Agar reaksiya uchun  $\Delta H$  manfiy bo'lsa, reaksiya o'z-o'zicha sodir bo'la oladi.

5. Yuqori haroratlarda  $T\Delta S$  hadi katta qiymatga ega: u holda  $T\Delta S$  ni emas, balki  $\Delta H$  ni nazarga olmaslik mumkin. Unda  $\Delta G \approx T\Delta S$  ga bo'lamiz. Demak, yuqori haroratlarda reaksiyaning yo'nalishini entropiyaning o'zgarish ishorasi belgilaydi; yuqori haroratlarda entropiyasi ko'paydigan reaksiyalargina o'z-o'zicha sodir bo'la oladi. Lekin shuni ham aytib o'tish kerakki, termodinamik mulohazalar asosida topilgan bu xulosalar faqat jarayon yo'nalishidagi ehtimollikni ko'rsatadi, xolos, haqiqatan, jarayonning ayni yo'nalishda amalga oshish yoki oshmasligi "energetik omillardan" tashqari yana "kinetik omillarga" ham bog'liq.

### 2.3.3. Fazalar haqida tushuncha

Kimyoviy jarayonlarni, qulay rejimni tanlash, birikma yoki metallarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqroq bilish, asosan, shteyn va toshqolning erishi, qotishi, kristall holiga o'tishi, uning eruvchanligi, g'ovakligi, qovushqoqligi, tarkibining o'zgarishi, qaynash va hokazo omillarini tahlil qilish tanlangan texnologik jarayonni to'g'ri boshqarishga olib keladi. Bu tahlilni oddiy qilib, ikki yoki uch diagrammali grafiklar orqali o'rganish qulaydir. Diagramma grafigini tahlil qilish uchun fazalar va ayrim atamalarga alohida izoh berib, ular haqida asosiy tushunchalarga ega bo'lmog'imiz lozim.

Biror obyektни o'rganish maqsadida tashqi muhitdan ajralgan, deb faraz qilingan jismlar guruhi uchun *sistema* iborasi kiritiladi. *Sistema* – bir yoki bir necha modda yig'indisi bo'lib, bular orasida issiqlik almashinishi va diffuziya borishi mumkin. Unga bir necha elementlardan iborat o'rganilayotgan qotishmalar kiradi. Masalan, "Cu–Ni sistemasi" yoki "Cu–S sistemasi". Bunda mis va nikel elementlaridan iborat qotish-

ma sistemasi o'rganilmoqda yoki shteynli qotishma bo'lsa, "FeS-Cu<sub>2</sub>S sistemasi", "FeS-Cu<sub>2</sub>S-ZnS sistemasi". Bunda temir sulfidi va mis sulfididan iborat shteynli qotishmaning sistemasi yoki temir sulfidi (FeS), mis sulfidi (Cu<sub>2</sub>S) va rux sulfidi (ZnS)dan iborat shteynli qotishma sistemasining uchta sulfidli birikma orasidagi o'zaro kimyoviy ta'siri o'rganilmoqda.

Sistemaning bir xillik qismi *faza* deb yuritiladi. Agar fazalar bir nechta bo'lsa, murakkab sistema vujudga keladi va unda fazalarni bir-biridan ajratib turadigan chegara sirti bo'lishi kerak. Qattiq, suyuq, toza metall eritmalari, kimyoviy birikmalar qotishmalar fazasi bo'la oladi va metallurgiyada fazalar soni "F" harfi bilan belgilanadi. Sistemani tashkil qiluvchi moddalar *komponentlar* deb ataladi. U toza metallardan, kimyoviy birikmalardan yoki barqaror kimyoviy elementlardan iborat bo'lishi mumkin. Agar qotishma bir xil metallardan iborat bo'lsa, u holda bir komponentli sistema; qotishma ikkita elementdan iborat bo'lsa, ikki komponentli sistema va hokazoli sistemalar mavjud bo'lishi mumkin. Buning hammasi tarkibidagi elementlarning turiga, soniga bog'liqdir. Komponentlar soni "K" harfi bilan belgilanadi.

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajraladigan va termodinamika xossalari bilan farq qiladigan qismi *faza* deb ataladi. Yanada boshqacharoq aytganimizda, faza getrogen sistemaning bir moddadan yoki bir necha moddalar aralashmasidan iborat gomogen qismidir. Masalan, gazlar aralashmasi bitta fazani tashkil qiladi, chunki bir gaz ikkinchi gazda cheksiz erigani uchun gazlar bir-biridan chegara sirtlar bilan ajralmaydi. Toza suyuqlik ham bitta fazani tashkil qiladi. Agar biror metalning erigan, suyuq holatini e'tiborga olsak, uning ustki qismi, havo (kislorod bilan) ta'sir qilgan sirti, kislorodga to'yingan qismi bilan ikki faza deb hisoblanadi. Eritmadagi og'ir metallar suyuqlik tubiga cho'kib, qattiq qotishma hosil qilsa, bu sistema uch fazali bo'ladi. Suyuqlik tubidagi qattiq qotishma (yoki jism) qanchalik maydalangan bo'lishiga qaramay (chunki u suyuqlikdagi mayda zarraning cho'kishidan paydo bo'lgan), bari bir bir faza deb hisoblanaveradi, chunki ana shu qattiq jism kristallari bir-biridan ajralgan bo'lsa ham, termodinamik xossalari jihatidan bir-biridan farq qilmaydi.

O'z o'rnida V. Gibbs (1873 - 1878-yillari) termodinamikaning I va II qonunlariga asoslanib, fazalar qoidasini taklif etgan. Keyinchalik akademik K.S.Kurnakov shogirdlari bilan birga bu ta'limotni rivojlantirdi, fazalar qoidasiga asoslanib, murakkab sistemalarning xossalari va

uning tarkibi orasidagi bog'lanishlar haqida katta ilmiy izlanishlar olib bordi [12, 13].

Agar bir qattiq jism ikkinchi qattiq jismda eritilsa, bir jinsli aralashma (qotishma) hosil qilinsa, bu bir fazali bo'ladi. Agar bir qattiq jism qaytar tarzda ajralishidan qattiq va gaz modda hosil bo'lsa, sistema kimyoviy muvozanat holatida uch fazali bo'ladi.

Har bir sistema bir yoki bir necha moddadan iborat bo'lsa, bu moddalar sistemaning tarkibiy qismlari deb ataladi. Sistemaning tarkibiy qismlari kimyoviy jihatdan bir jinsli moddalar bo'lib, uzoq vaqt davomida alohida bo'la oladi. Shuningdek, sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari ham bir so'z bilan komponentlar deb ataladi. Komponentlar oddiy va murakkab moddalar bo'lishi mumkin.

Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini xarakterlash uchun yetarli bo'lgan modda xillarining eng kichik soni sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari yoki komponentlar soni deb ataladi.

Kimyoviy reaksiya yoki pechda eritilib, xomashyolar ajralib, yangi birikmalar hosil bo'layotgan sistemada komponentlar sonini aniqlash ancha qiyin bo'ladi. Masalan, kalsiy karbonat ( $\text{CaSO}_3$ )ning ajralishida, muvozanat vaqtida ( $\text{CaSO}_3$  parchalanib bo'lgach) sistemada uchta tarkibiy qism ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ) bo'lishiga qaramay, komponentlar soni 2 ga teng, chunki biz ikki moddaning miqdorini bilsak, uchinchisining miqdorini ular orasidagi bog'lanishdan hisoblab olamiz. Shuning uchun uchinchi tarkibiy qism mustaqil emas. Shuningdek,  $\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{SO}$  sistemada ham uchta tarkibiy qism bo'lgan holda komponentlar soni ikkita bo'ladi.

Kimyoviy sistemadagi komponentlar sonini topish uchun sistemadagi tarkibiy qismlar sonidan shu sharoitda borayotgan kimyoviy reaksiyalar sonini ayirib tashlash kerak. Bu qoidaning ma'nosi shuki, kimyoviy reaksiya borayotgan muvozanat sistemalarda komponentlarning soni hamma vaqt sistemadagi tarkibiy qismlarning (yuqoridagi misolda 3 ta tarkibiy qism qatnashayapti  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SO}_2$ ) umumiy sonidan kam bo'ladi; kimyoviy jarayonlar bormayotgan fizik sistemalarda esa komponentlar soni hamma vaqt sistemaning tarkibiy qismlari soniga teng bo'ladi. Masalan, toza mis eritmasiga oltingugurt ta'sir ettirsak, eritmadagi mis sulfid hoida eritmada qoladi. Ikkita tarkibiy qism (mis va oltingugurt) ikkita komponentdir. Shu narsani doimo esda tutush kerakki, ba'zan sistemadagi komponentlar soni sistemada sharoitning o'zgarishi bilan o'zgarishi mumkin.

Ma'lum bir sistemaning termodinamik holatini to'la xarakterlash uchun yetarli bo'lgan mustaqil o'zgaruvchilar soni sistemaning *erkinlik darajasi* deyiladi. Ya'ni fazalar soniga halal bermay turib, ma'lum chegarada ixtiyoriy o'zgartirish mumkin bo'lgan parametrlar soni sistema erkinlik darajasi sonidir.

Tenglik holatini buzmay, fazalar sonini o'zgartirmay, o'zgaruvchi omillarni o'zgartirib, erkinlik darajasi sonini aniqlash mumkin. Masalan, o'zgaruvchi omillarga harorat, konsentratsiya, bosim, vaqt va hokazolar kiradi. Agar faqat haroratni ko'tarsak yoki pasaytirsak, bitta o'zgaruvchi bo'ladi va erkinlik darajasi soni birga teng bo'ladi. Agar harorat bilan bosimni o'zgartirsak, u holda ikkita o'zgaruvchi bo'lib, erkinlik darajasi soni ikkiga teng. Harorat, tarkib va boshqa o'zgaruvchi omillar ham doimiy bo'lsa, unda erkinlik darajasi soni nol (0) ga teng bo'lib qoladi. Erkinlik darajasi soni "*F*" harfi bilan belgilanadi. Ichki va tashqi sharoitga bog'liq holdagi barcha sistemadagi o'zgarishlar qonuniyati fazalar qoidasiga bo'ysunadi.

Fazalar qoidasi komponent, faza, sistemaning erkinlik darajasi kabi tushunchalar orasidagi munosabatni ko'rsatadi. Fazalar qoidasini faqat muvozanatda turgan sistemalarga tatbiq etish mumkin. Uni quyidagicha ifodalash mumkin: *K* komponentdan iborat sistemadagi fazalar soni (*F*) bilan sistemaning erkinlik darajasi (*F*) yig'indisi sistemaning komponentlar soni – *K* qo'shish ishorasi (+) 2 ga teng, ya'ni

$$F+F=K+2$$

2-bosim va haroratni ko'rsatadi. Bundan:  $F=K-F+2$ .

Murakkab sistemalarda erkinlik darajasini topish uchun komponentlar sonidan fazalar sonini ayirib, qoldiqqa 2 ni qo'shish kerak. Bosim kam ta'sir etadigan kondensatlangan, ya'ni qattiq va suyuq fazalardan iborat sistemalar uchun fazalar qoidasi  $F=K-F+1$  holda ifodalanadi.

Fazalar soni va sharoitini biror sistemada joylashgan, ya'ni ushbu komponent sonidan iborat qotishmada belgilaydi. Fazalar qoidasi faqat tenglik sharoitidagina qo'llaniladi. Barcha diagramma holatlar tenglik holatida tasniflanadi. Demak, fazalar qoidasini to'liq diagramma holatlari uchun qo'llash mumkin. Fazalar qoidasi fazalar soni, komponentlar va sistemadagi erkinlik darajasi sonlariga uzviy bog'liq:

$$F=K+V-F$$

bunda:  $F$  – erkinlik darajasi soni;

$K$  – komponentlar soni;

$F$  – fazalar soni;

$V$  – tashqi o'zgaruvchan omillar soni (harorat, bosim).

Agar konsentratsiyani doimiy deb olsak ( $V=1$ ), unda tashqi o'zgaruvchi omil faqat bosimdan iborat bo'lsa, fazalar qoidasi quyidagicha yoziladi:

$$F=K+1-F$$

Agar bir komponentli sistemada toza metall bo'lsa, u holda bitta faza mavjud bo'ladi (u suyuq holda erigan bo'lsa yoki qattiq holda bo'lishiga qaramay), unda  $K=1$  va  $F=1$  teng bo'ladi. Unda:

$$F=1+1-1=1$$

Demak, bitta erkinlik darajasi soni mavjud. Bu degani, shu sharoitda metalni ma'lum oraliqda, bir fazani saqlagan holda sovutish yoki qizdirish mumkin. Nima uchun faqat bir fazali holatni saqlagan holda haroratni o'zgartirish mumkin? Chunki metalni (agar mis bo'lsa) 700–800°C gacha qizdirish mumkin, ya'ni erigunga qadar. Yoki erigan suyuq holatda bo'lsa, 1500–2000°C gacha, hatto undanda yuqoriga ko'tarish (2300°C gacha) mumkin. Chunki u bug' holatiga o'tmasligi kerak. Agar bir komponentli sistemada ikkita faza hosil bo'lsa, masalan, erigan metalning sovushi natijasida yarmi qotish, yarmi hali suyuq holda qolgan bo'lsa, ya'ni suyuq va qattiq faza mavjud bo'lsa, unda  $K=1$ ,  $F=2$  bo'ladi:

$$F=1+1-2=0$$

Ya'ni birorta ham erkinlik darajasi bo'lmaydi. Bunday holat, qachonki harorat doimiy bo'lsa, sistemada bo'lishi mumkin. Faza qoidasiga ko'ra, bir komponentli sistema ikki fazadan ortiq bo'lishi mumkin emas. Chunki  $F=3$ ,  $K=1$  bo'lsa,

$$F=1+1-3=-1$$

bo'lib qoladi. Bu esa hech qanday ma'no bermaydi va bunday holat sistemada bo'lishi mumkin emas. Bir komponentli sistemada ikkitadan ortiq faza bo'lmaydi. Aynan bir komponentli sistemalar uchun fazalar qoidasini quyidagicha yozish mumkin:  $F=1-F+2$  yoki  $F+F=3$ .

Fazalar soni 3 ga teng bo'lsa,  $F+1-2+2$  unda  $F=1$  ga teng bo'ladi. Mabodo fazalar soni 1 ga teng bo'lsa,  $F=2$  bo'ladi. Demak, yuqoridagi ta'riflarga qo'shimcha qilib bir komponentli sistemalarda erkinlik darajasi ikkidandan ortiq bo'la olmaydi, fazalar soni esa uchdan ortiq bo'lmaydi (2.2-jadvalda batafsil ko'rsatilgan).

Shuning uchun bir komponentli sistemalarni tasvirlashda absissa va ordinata o'qlaridan foydalanish mumkin. Muvozanatdagi sistemalarni grafik usulda tasvirlab, sistemaning holat diagrammasi hosil bo'ladi. Ikki komponentli sistemalar haqida qisqacha fikr yuritamiz.

Agar ikki komponentli sistemada faqat bitta faza bo'lsa, erkinlik darajasi uchga teng bo'ladi, chunki:

$F=K-F+2$  dan  $F+F=4$  ifoda kelib chiqadi; bundan esa:

$$1+F=4 \text{ yoki } F=3 \text{ bo'ladi.}$$

Demak, ikki komponentli sistemada erkinlik darajasining maksimal qiymati 3 ga teng. Shuning uchun bunday sistemalarda harorat, bosim va komponentlardan birining konsentratsiyasini ixtiyoriy ravishda o'zgartirish mumkin.

Agar fazalar soni 2 ga teng bo'lsa, erkinlik darajasi ham 2 ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F=2-2+2=2$$

Agar ikki komponent uch fazada bo'lsa, erkinlik darajasi 1 ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F=2-3+2=1$$

Agar ikki komponent 4 fazada bo'lsa, sistema invariantli (erkinlik darajasi 0 ga teng) bo'ladi:

$$F=K-F+2; \quad F=2-4+2=0$$

bu holda faqat ma'lum haroratlarda, ma'lum bosimda va ikkala komponentning ma'lum konsentratsiyasidagina sistema 4 fazali bo'lib qola oladi.

**Mis sanoatida qo'llaniladigan texnologik jarayonlarda  
qatnashadigan fazadagi tarkibi jihatdan bir-biriga yaqin bo'lgan element  
va komponentlarni ifodalash**

	Komponent va uning indeksi	Komponentlar va ularning faza sistemasidagi indeksleri							
		Suyuq faza				Qattiq faza			Gazli faza J=8
		Metall (mis) j=1	Metall (temir) J=2	Shteyn j=3	Toshqol j=4	Magnitit j=5	Kremniy dioksidi j=6	Uglerod j=7	
1	Cu <sup>o</sup> i=1	X 1.1	X 1.2	X 1.3	X 1.4		-	-	-
2	Cu <sub>2</sub> S i=2	X 2.1	X 2.2	X 2.3	X 2.4		-	-	-
3	Cu <sub>2</sub> O i=3	X 3.1	X 2.3	X 3.3	X 3.4		-	-	-
4	FeS i=4	X 4.1	X 2.4	X 4.3	X 4.4		-	-	-
5	FeO i=5	X 5.1	X 2.5	X 5.3	X 5.4		-	-	-
6	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> i=6	X 6.1	X 2.6	X 3	X 6.4		-	-	-
7	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> i=7	X 7.1	X 2.7	X 7.3	X 7.4	X 7.5	-	-	-
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i=8	X 8.1	X 2.8	X 8.3	X 8.4	-	-	-	-
9	Fe <sub>3</sub> C i=9	X 9.1	X 2.9	X 9.3	X 9.4	-	-	-	-
10	Si i=10	X 10.1	X 2.10	X 10.3	X 10.4	-	-	-	-
11	SiO <sub>2</sub> i=11	-	-	-	X 11.4	-	X 11.6	-	-
12	CaO i=12	-	-	-	X 12.4	-	-	-	-
13	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i=13	-	-	-	X 13.4	-	-	-	-
14	C i=14	X 14.1	X 14.2	-	X 14.4	-	-	X 14.7	-
15	CO i=15	-	-	-	-	-	-	-	X 15.8
16	CO <sub>2</sub> i=16	-	-	-	-	-	-	-	X 16.8
17	H <sub>2</sub> i=17	X 17.1	X 17.2	-	-	-	-	-	X 17.8
18	H <sub>2</sub> O i=18	-	-	-	-	-	-	-	X 18.8
19	S <sub>2</sub> i=19	-	-	-	-	-	-	-	X 19.8
20	SO i=20	-	-	-	-	-	-	-	X 20.8
21	SO <sub>2</sub> i=21	-	-	-	-	-	-	-	X 21.8
22	H <sub>2</sub> S i=22	-	-	-	-	-	-	-	X 22.8
23	Jami N <sub>2</sub> i=23	X 23.1	X 23.2	-	-	-	-	-	X 23.8
24	O <sub>2</sub> i=24	X 4.1	X 24.2	X 24.3	X 24.4	-	-	-	X 24.8
	JAMI	15	15	11	15	1	1	1	10



Ikki komponentli sistemalarda erkinlik darajasining maksimal qiymati 3 ga teng bo'ladigan sistemani to'la tasvirlash uchun uchta koordinata o'q bo'lgan fazoviy diagrammalardan foydalanish mumkin. Bu o'qlarning biriga bosim, ikkinchisiga harorat va uchinchisiga konsentratsiya qo'yiladi.

Lekin qattiq va suyuq sistemalarni o'rganishda diagramma tuzish masalasi birmuncha soddalashadi. Qattiq va suyuq holatdagi moddalarining xossalari bosim (atmosfera bosimi) kam o'zgarishi hech qanday ta'sir qilmasligi uchun bunday sistemalarni tekshirishda bosimni o'zgarimas deb qabul qilish mumkin. Bu holda diagramma tuzish uchun faqat ikki o'qli koordinatalar sistemasi kifoya: bir o'qqa harorat, ikkinchisiga konsentratsiya qo'yiladi.

Qattiq va suyuq holatdagi sistemalar uchun fazalar qoidasi:

$$F=K-F+1$$

formulaga ega bo'ladi, chunki bosim o'zgarimas bo'lgani uchun erkinlik darajasi bittaga kamayadi, so'ngra gaz fazasi hisobga ham olinmaydi.

Ikki komponentli sistemalarda komponentlar bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishi yoki bir-biriga kimyoviy ta'sir ko'rsatmasligi mumkin. Ba'zan ikki modda orasida hosil bo'lgan kimyoviy birikmani ajratib olish mumkin bo'lmaydi. Shuning uchun ikki komponentli (va 3, 4, 5 komponentli) sistemalarni o'rganishda akademik N.S.Kurnakov va uning shogirdlarining ilmiy tadqiqotlari muhimdir. Bu vaqtda qattiq, suyuq va gazsimon fazadagi o'zgarishlar va komponentlarning ifodalinishi juda keng, toshqol, shteyn va undagi birikmalar haqida ko'rsatilgan.

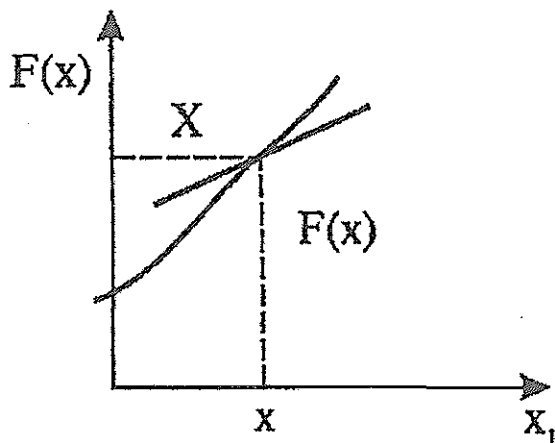
Faza qoidasini o'rganib, bir komponentli sistema uchun qisqacha shunday xulosaga kelish mumkin:

- ikki faza bo'lishi mumkin, sharti – harorat doimiy bo'lib, qotish va erish harorati unga mos kelsa;

- ikki fazalida metalning qizishi yoki sovushi mobaynida, albatta, to'xtash (to'g'ri chiziq) paydo bo'ladi.

Turli-tuman qotishmalarining sovush chiziqlaridan foydalanib, sistemaning holat diagrammasi tuziladi. Buning uchun absissa o'qiga sistemaning og'irlik yoki molekular foizlar bilan ifodalangan tarkibi, ordinatalar o'qiga qotish harorati qo'yiladi. Diagrammaning eng chetki ordinata chiziqlarini toza metallar, masalan, shteyndagi mis va temir

sulfidlari egallaydi (2.8–2.11-rasmlarda keltirilgan). Absissa o'qining hammasi 100 bo'lakka bo'linadi. Masalan, uning qoq o'rtasi 50%  $\text{Cu}_2\text{S}$  va 50%  $\text{FeS}$  to'g'ri keladi [14].



2.8-rasm. Rozebama usuli yordamida moddalarning parsial xususiyatini aniqlash.

Sovush diagrammasidan olingan ma'lumotlar bu diagrammaga ko'chiriladi. Buning uchun absissa o'qiga qotishma tarkibini, ordinalar o'qiga esa sovush diagrammasida chiziq singan haroratlarni qo'yib, bir necha nuqta hosil qilinadi. So'ngra bu nuqtalar bir-biri bilan tutashtiriladi. Shunday qilib, ikki komponentli sistemaning **suyuqlanish diagrammasi** hosil bo'ladi. Diagrammada minimumda turadigan 0 nuqta eitektikani ifodalaydi. Diagrammaning yuqori qismidagi chiziqlar ustida yotuvchi soha har xil tarkibli suyuq qotishmalarga to'g'ri keladi.

900°C dan past haroratda o'rganilayotgan (misoldagi) qotishma qotib qoladi. Suyuq joylashgan chiziqlari **likvidus** chiziqlari deyiladi (likvidus so'zi lotincha bo'lib, suyuq demakdir). Qattiq holatdagi chizig'i **solidus chizig'i** deb ataladi (solidus so'zi lotincha bo'lib, qattiq demakdir), chunki undan pastda qattiq faza turadi.

### 2.3.4. Texnologik jarayondagi fazalar o'rnini va ularning matematik ko'rinishlari

Har qanday texnologik jarayonning maqsadi boshlang'ich xomashyodan avvaldan rejalashtirilgan va kutilgan tayyor yoki yarimtayyor mahsulotni olishdir.

Avvaldan kutilgan mahsulotni olish uchun hamisha intilish bo'lib kelgan. Xomashyo tarkibidan biror metalni sof holda olish uchun texnologik jarayonni olib borayotganda imkon darajasida uning tarkibidagi metalni ko'proq ajratib olishga harakat qilinadi. Buning uchun juda ko'p texnologik omillar mavjud bo'lib, ularning deyarli hammasi ham jarayonning borishiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Iqtisodiy, ekologik va boshqa omillar garchi texnologik jarayonni tanlash paytida ta'sir ko'rsatsa-da, bu bo'limda ular e'tiborga olinmaydi.

Texnologik jarayonning asosiy omillaridan biri sifatida berilgan ma'lum boshlang'ich material va energiya tashuvchini qabul qilish mumkin. Boshlang'ich ma'lum materialga turli tarkibdagi qattiq, suyuq va gazsimon fazalar kiradi. Demak, j li fazaning ashyo tasnifi, uning massasi va komponent yoki elementlarning tortma (og'irlik miqdorda) konsentratsiyasi bilan aniqlanadi (2.2-jadval).

Shaxsiy faza (j) indeksi bilan belgilansa, unda uning komponent yoki element tarkibi  $\{X_i\}$  konsentratsiya yig'indisi (ko'plik) yoki  $[X_k]$  bilan belgilanadi.

Bunda: i-komponent yoki k-element indeksidir.

Unda j-fazasini  $[X_{ij}]_j$  ( $X_k^{OF}$ ) yoki  $[X_{kj}]_j$  ( $X_k^{OF}$ ) komponentlar yoki elementlar konsentratsiya yig'indisi deb tushunish kerak.

(0) indeksining birinchi zona "og'irlik" birligi, ya'ni

$$X_{ij}^{OF} = \% X_{ij}^{OF} / 100$$

bo'lsa, (OF) indeks yo'qligi esa mol birligidir. Faza tarkibini elementlar bo'yicha ta'riflash lozim bo'lganda, elementlar uchun "k" indeksini qo'llash ma'qul.

Unda j faza uchun  $\{X_{kj}\}$  yoki ( $X_{kj}^{OF}$ ),

$$X_{kj}^0 = \% X_{kj} / 100$$

Fazalarning ashyolar tengligida ular massasining doimiyligi e'tiborga olinadi. Shuning uchun ham j fazaning element tarkibi uchun  $M_j^k$  belgilansa,  $M_{kj}=M_j^k X_{ij}$  element massasini tashkil etadi. Bunda element konsentratsiyasini aniqlash uchun molli  $\{X_{kj}\}$  yoki og'irlikli ( $X_{kj}^{OF}$ ) ulush ishlatishdan qat'i nazar, yuqorida ko'rsatilgan  $M_{kj}$  element massasiga teng bo'laveradi va ushbu tenglikka rioya qilinadi:

$$\sum X_{kj} = 1 \qquad \sum X_{kj}^{OF} = 1$$

Agar tashqi massa almashinuv kechmasa, borayotgan j-fazalar ichida element tarkibi o'zgarmaydi (bu haqda 2.3-jadvalda batafsil ko'rsatilgan).

Mis sanoatidagi jarayonda qatnashadigan barcha element va komponentlarni o'rganadigan bo'lsak, ularning soni juda ko'p. Shuning uchun ham fazalarda uchraydigan element va komponentlarning bir xilligini ta'minlash, tushunarli bo'lish uchun ham indekslar bilan fazalar belgilab chiqiladi.

Agar fazalarning elementar tarkibi va ularning massasi yoki element tarkibiga kiruvchilarning massasi aniq bo'lsa, bu holda fazalarning massa tasnifi osongina aniqlanadi va bir xil bo'ladi.

Molekular ulush va konsentratsiya uchun ham deyarli shunday yoziladi:  $M_j = \sum M_{ij} = \sum M_j X_{ij}$

Agar fazada jarayon tashqi massa va almashinuvlarsiz borsa, fazalar massa tasnifi tortma ulushi tarkibini aniqlaydi, ya'ni

$$\frac{dM_j}{dM} = 1$$

bo'ladi, biroq hamma vaqtda ham bu tenglik ro'y bermaydi. Bunda  $M_j^0$  - i-li komponentning molekular og'irligi.

Komponentlar massasidan iborat fazalar massasining yig'indisi o'zgaras doimiy bo'lib qoladi. Agar fazalarning molli (ya'ni gramm-molekulasi) massasi ko'rilayotgan bo'lsa, u holda u ichki fazadagi kimyoviy jarayonlarga bog'liq bo'lib, o'zgaruvchan qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun ham xomashyo tengligi keltirib chiqarilayotganda yoki hisoblash paytida komponentlar molli konsentratsiyasidan elementlar bo'yicha molli konsentratsiyaga qayta o'giriladi.

Molli konsentratsiyadan tortma konsentratsiyaga quyidagi ma'lum formula orqali o'girish maqsadga muvofiqdir.

*Ayrim qo'llaniladigan formula, belgilar va birikmalarning ko'rsatkichlari, parametrlarining xususiyatlari [8]*

№	Nomlanishi	Ko'rsatkichi	Birligi	Aniqlash formulasi
1	2	3	4	5
1	Indekslar			
1.1	Komponentlar	i		
1.2	Fazalar	J		
1.3	Elementlar	k		
1.4	Kimyoviy reaksiyalar	s		
1.5	Erkin indekslar	m n o p		
2	Sistemadagi molli massalar	$M_{\Sigma}$	mol	
3	Miqdori (konsentratsiya)	X		
3.1.	Fazadagi elementning miqdori	N		
4	Faollik koeffitsiyenti	$\gamma$		
5	Faollik	a		
6.	Entalpiya (entalpiyaning o'zgarishi)	$N_i \Delta N$		
6.1.	Entropiya (entropiyaning o'zgarishi)	$S_i \Delta S$	kkal/mol	
6.2.	Harorat	T	$K^0 C$	
6.3.	Bosim	P	Pa	
6.4.	Hajm	V	$m^3$ litr	
6.5.	Oltinugurt-kislorodli potensial	$P_{s2-o2}$		
6.6.	Kimyoviy reaksiyadagi muvozanat doimiyligi	$k_1$		
7.	Erkinlik darajasi soni	f		

O'rganilayotgan fazada biror komponent  $\{x_{ij}\}$  yoki  $\{x_{ij}^0\}$  tarkibi bilan ma'lum. Unda barcha komponentlar soni ham ma'lum bo'ladi. Fazalarning miqdor tasnifi  $\{M_{ij}\}$  yoki  $\{M_{ij}^0\}$  komponentlarning tortna yoki molekular massasiga asoslanadi. Unda  $M_i = \sum M_{ij}$ ,  $M_i^0 = \sum M_{ij}^0 = \sum M_{ij}^T$ . Tortna konsentratsiya uchun  $M_j^T = \sum M_{ij}^T = \sum M_j^T \cdot X_{ij}^T$ .

2.2-jadvaldan ma'lumki, suyuq faza ishtirok etayotgan metalli (mis), metall (temir), shteyn va shlak birikmada ishtirok etsa, qattiq fazada esa "magnetit", kremniy dioksidi va uglerod birikmalaridan iborat ekanligi ma'lum. Fazalardagi barcha birikmalarga birinchi fazada joylashganligi  $j=1$  ikkinchidagi  $j=2$  va hokazo indeks qo'yilgan. Komponentlarga esa  $i=1$ ,  $i=2$  va hokazolar qo'yilgan. Demak, so'roq fazadagi "metall" (mis)  $j=1$ da (3-katakchada) 15 ta komponent ishtirok etmoqda yoki qattiq fazada magnetit  $j=5$  da 1 ta komponent qatnashmoqda, yani  $X_{7,5}$ , bu 7-tartibdagi qatorga to'g'ri keladi. Qolganlari ham xuddi shu usulda texnologik jarayonda qatnashgan omillarni hisoblash mumkin.

Uning xossasi bitta o'zgaruvchan miqdorga bog'liq bo'lsa, u eng oddiy hol bo'lib, uni o'rganish juda oson. Misol uchun bitta komponent konsentratsiyasi  $X_i$  yoki ikki komponentlar konsentratsiyasi nisbatini olishimiz mumkin.  $X_i/X_{i+1}$  olishimiz mumkin.

Argument sifatida bitta o'zgaruvchili ko'rsatkichni statistik qayta ishlab, grafikda chiziqchalar to'g'ri yoki yarim aylana (yoy) shaklida qayta ishlanadi (chiziladi). Ikki o'zgaruvchi omil ta'siri aks etgan chizma bog'liqlikni tekislikdan aniq ko'rish va unda ularning tasvirini bayon etish oson. Uchta o'zgaruvchi omilning ko'rinishini tasvirlash uchun uch xil ko'rinishli ikki tomonlama qirqim holda namoyon etish mumkin. Biroq aslida amalda bitta o'zgaruvchi bo'lgan taqdirdagina bog'liqlik xususiyatini grafik chizma orqali tasvirlash mumkin. Ikkita o'zgaruvchi uchun esa chizmada uchinchi koordinata o'qini chizish va tasvirlash kerak, ammo buni tekislikda tasvirlash qiyin.

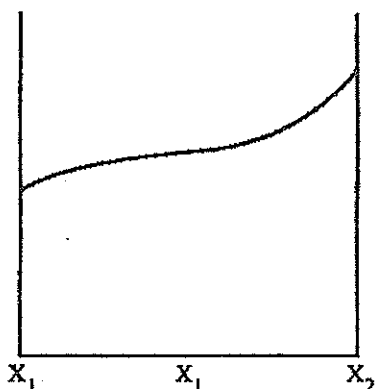
Agar tarkib ikki noma'lum o'zgaruvchanlik bilan izohlanadigan bo'lsa, tarkib xususiyatining bog'liqligini tasvirlash uchun izochiziq usuli qo'llaniladi. Bunda  $X_1$ ,  $X_2$  koordinatalaridagi nuqtalarning geometrik o'rni izochiziq hisoblanib,  $F(X_1, X_2)=\text{const}$  talabiga javob berishi kerak.

Xususiyatlarning oraliq belgilari, xossalari grafik interpolatsiya yo'li bilan aniqlanadi.

Agar tadqiq etiluvchi xususiyat ikki qismdan tarkib topuvchi sistema yoki fazaga bog'liq holatda bo'lsa, amalda u bir qism komponentning xossasi orqali aniqlanadi.

$$X_y + X_y = 1 \text{ yoki } X_y b + X_y b = 1$$

Bunday sistemalar *binar (ikkilik) sistemalar* deb nomlanadi (2.9-rasm). Uch qism ( $X_y - X_y - X_y$ ) dan tashkil topgan sistema *uchlik sistemalar* deyiladi.



2.9-rasm.  $X_1 - X_2$  sistema uchun binar turidagi diagramma xususiyati.

Konsentratsiyalar orasidagi bog'liqlik berilgan tarkib nuqtasini bir xil aniqlash konsentratsion uchlikning  $X_{1j}=1$ ,  $X_{2j}=1$ ,  $X_{3j}=1$  koordinatalari ( $X_{1j}$ ,  $X_{2j}$ ,  $X_{3j}$ ) dan foydalanish imkonini beradi.

Nuqta konsentratsiya uchburchagida berilgan tarkibiga mos keluvchi holatini ikki usul orqali belgilash mumkin bo'ladi:

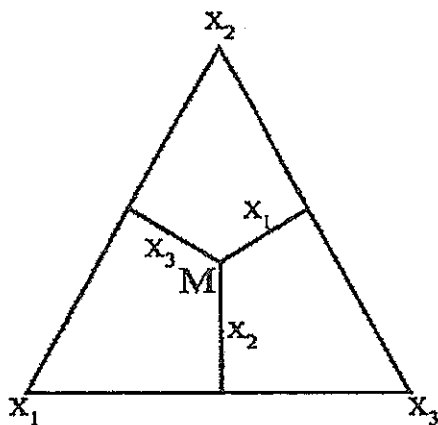
- perpendikular bo'yicha;
- tutashib kesuvchi chiziqlar bo'yicha aniqlash.

Har ikkala usul 2.10, 2.11-rasmlarda ko'rsatilgan.

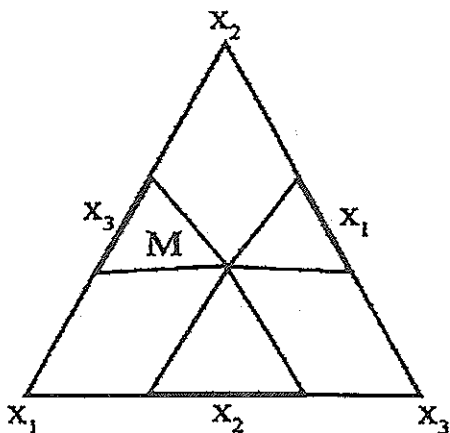
Nisbatan murakkab sistemalarni grafik tasavvur etish usullari ham mavjud. To'rt qismdan tarkib topgan va  $X_{1j} + X_{2j} + X_{3j} + X_{4j} = 1$  tengligi (nisbati) bilan bog'langan sistemani, uchlik sistemaga o'xshash holatda, konsentratsion tetraedrda grafik tasvirlash mumkin. Xususiyatlarning izoustki tengligini konsentratsion tetraedrda grafik ko'rsatish mumkin [8].

Amalda tutashib kesuvchi chiziqlar usulidan foydalaniladi. Tutashib kesuvchi chiziqlar tekisligidagi holati sistemaga xos tarkib-xususiyatdan kelib chiqib, diagramma tarkib berish shartlari bilan aniqlanadi.

$$(X_{1j} = \text{const}, X_{2j} - X_{3j} - X_{4j})$$



2.10-rasm.  $X_1$ - $X_2$ - $X_3$  (F-izoliniya) konsentratsion uchburchakda perpendikular chiziqlar yordamida  $M(X_1)$  nuqtada fazalar xususiyatini aniqlash (parallel chiziqlar o'tkazish orqali).



2.11-rasm.  $X_1$ - $X_2$ - $X_3$  (F-izoliniya) konsentratsion uchburchakda kesuvchi chiziqlar yordamida  $M(X_1)$  nuqtadagi fazalar xususiyatini aniqlash (perpendikular chiziqlar chizish orqali).



konsentratsion uchligi tarzida bo'lib, bunda

$$X_{2j} + X_{3j} + X_{4j} = 1 - X_{1j}$$

Konsentratsion tetraedr uchun tutashib kesuvchi chiziqlar tekisligidagi usulini qo'llash mumkin [8] (38-bet 2.5; 2.6-rasmlarda berilgan).

Adabiyotlarda sistema uchun besh, olti faza tashkil topuvchi diagrammaning tarkib-xususiyati haqida ham yo'ldosh ko'rsatmalar uchraydi. n-o'lchovli uchburchakda nuqtaning holatini loyihalash Premel usuli orqali aniqlanadi, bu (n=1)-o'lchovli uchburchak bo'lib, o'lchovli qirqim tekislikda teng qilib tutashguncha davom etadi.

Bu murakkab usul bo'lib, metallurglarga qaraganda matematiklar uchun ko'proq qiziqish uyg'otadigan soha deyish mumkin.

Texnologik jarayonlarni tahlil qilish, ularning nazariyasini bilish uchun, avvalo, fazalarning asosiy xossalarini va unga bog'liq bo'lgan boshqa omillarni (tarkibi va hokazo) tushunish kerak.

Fazalar tarkibi komponentlar  $\{X_j\}_j$   $\{X_i^0\}_i$  yoki elementlarning moli yoxud massali miqdoriga bog'liq. Shu miqdorga bog'liqlik massali xususiyatini fazalar funksiyasi deb olish to'g'ri bo'ladi.

Fizik-kimyoviy sistemada ularning tarkib xususiyatini tasavvur qilib, o'rganishning eng oson usullaridan biri jadval asosida ko'rib chiqishdir. Chunki jadvalga fazaning turli tarkibdagi xususiyat va xossalari alohida yozib boriladi. Jadval asosida tarkibiga qarab, ularning xossalari va unga bog'liq bo'lgan boshqa xususiyatlarini grafikka tushirish mumkin.

Fizik-kimyoviy sistemada ularning tartibiga qarab xususiyatlarining bog'liqlik jadvalini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

№	Xosalarning ko'rsatkichi	Berilgan tashqi omillar orqali ko'rsatilgan nuqtalardagi fazalar tartibi (R, T, V)			
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_m$

#### 2.4. Mis ashyolarini boyitish

Mis rudalarini to'g'ridan-to'g'ri critish, 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 uyumlu, 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, saylanma (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 maydalanadi. Shundan so'ng zalvorli, sterjenli tegirmonlarda 0,05–2,0 mm, hatto bundan ham mayda holigacha yanchiladi. Bu maydalash bosqichlaridan so'ng rudalar boyitish jarayoniga o'tiladi, ya'ni boyitish flotatsiya yoki gravitatsiya usullari orqali olib boriladi. Bu usullarda jarayonni tezlatish, yengillatish uchun organik va anorganik reagentlardan foydalaniladi. Ishlatilish yo'nalishiga qarab, flotatsiya uchun qo'llaniladigan reagentlar quyidagi turlarga bo'linadi: yig'uvchilar (sobirатели), ko'pik hosil qiluvchilar (vspeivately), tazyiqlagichlar (depressori), faollashtiruvchilar (aktivatori) va muhitni me'yorlovchilar.

Yig'uvchilar – bular belgilangan mineral zarralarini suv bilan ivitib saralab olishga, yig'ishga asoslangan. Bular ko'proq qalayli, kam hollarda natriyli ksantogenatlar bo'lib, ular zarrachalarning havo pufakchalariga yopishishini ta'minlaydi.

Ko'pik hosil qiluvchilar – asosan alifatik spirtlar, fenollar, krezol va boshqa shunga o'xshash sintetik mahsulotlarni o'z ichiga oladi. Ular suyuqlik va havo chegarasidagi fazalar orasidagi tortishish kuchini kamaytiradi. Bu esa havo pufakchalarining o'ta mayda bo'lishini ta'minlaydi va ko'pincha mustahkam va barqaror qiladi.

Tazyiqlagichlar – olinmoqchi bo'lgan mineralni flotatsiya mobaynida ushlab qolib, tazyiq o'tkazish orqali ko'proq namlab, minerallarni bo'ktirishga xizmat qiladi.

Muhitni me'yorlovchilar – ularning fizikaviy va kimyoviy xossalarni bilgan holda muhitni kerakli me'yorda saqlash uchun qo'llaniladi. Flotatsiya jarayonida reagentlarning qay tarz va usulda ishlatilishi belgilab qo'yiladi.

Boyitish natijasida boy bo'lgan boyitma (tarkibidagi Cu – 15–20 %; S–28–32% va hokazo) hamda asosi nokerak tog' jinslaridan iborat bo'lgan tashlanma chiqindi, bo'tana 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.

#### 2.4-jadval

#### *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	-
"Norddoyche 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
"Noriisk NKM" (Rossiya)	24-29	30-34	28-31	-

#### 2.5. 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, kvarsli 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, minerali 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 2–5 mm.dan ortmasligi kerak. Kislородli-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, kislородli-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, kvarsli 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'zgaraydi. 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'limga 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 sochib 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.

## **2.6. Misli ashyolarni qayta ishlashning zamonaviy usullari**

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 Qirg'qiz jamoa xo'jaligida), Qurama tog' tizmalarida misli hamda qo'rg'oshinli, oltin va kumushga boy rudalar qo'l mehnati orqali qazib olinib, ba'zan alohida boyitilib, ba'zan esa boyitilmasdan pechlarda eritilgan. Taxminlarga qaraganda, VI asrgacha mis va oltin boyitilmasdan to'g'ridan-to'g'ri eritilgan. Mis, oltin izlovchilar tomonidan konlarda yerosti va yerusti usuli bilan ularni rangiga qarab (mis qizg'ish, oltin sarg'ish rangda bo'lgan) o'tkir bolg'acha va teshalar bilan ajratib olingan. Ayrim joylarda toshlarni yuqori alangada qizdirib, so'ng suv sepib, minerallarni darz ketkazish yo'li bilan parchalab, eritish pechlariga olib keltirilgan. Bu eritish pechlari uchun avvaliga yerni 1–2 metr o'yib, yon tomonlariga, chekkalariga, mo'rilariga o'tga chidamli toshlarni terib, havo berish orqali eritish jarayonini amalga oshirganlar.

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

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

X–XII asrlarga kelib Shosh, Iloq davlati mis, oltin, kumushni nafaqat metall, balki qotishma holida, tanga, zeb-u ziynat holida tayyorlash bo'yicha butun O'rta Osiyoda yuqori o'rinlardan birini egallaydi. Tozaligi va 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 suyanan holda shuni aniqlash mumkinki, Petr I davrida Rossiyada metallurgiya, ayniqsa, qora metallurgiya nihoyatda rivojlanib, dunyoda birinchilar qatoridan o'rin egallagan.

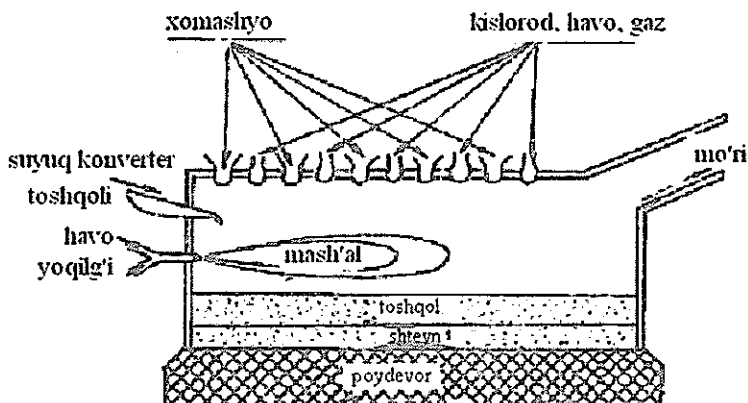
1920–1930-yillarga kelib esa metallurgiya asta-sekin qayta tiklanib, rangli, so'ng nodir va qimmatbaho metallar ajratib olish yo'lga qo'yila boshlandi.

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.

2.12-rasmda yallig‘ qaytaruvchi eritish pechining sxematik yon tomonidan ko‘rinishi tasvirlangan.



2.12-rasm. Yallig‘ qaytaruvchi eritish pechi.

Rasmdan ko‘rinadiki, pechning har ikkala yon tomonining tepasidan, aynan qiyalikka, xomashyo yuklanadi. Shuningdek, yuklatish xampa yonidan, asosan, texnologik kislorod yoki goh siqilgan havo (yoki aralashmasi) ham qiyalikni qizitish uchun purkaladi. O‘rtacha 200–240 m<sup>2</sup> 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, biroq 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.

Olmaliq 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. 2.5-jadvalda Olmaliq mis eritish zavodidagi eritish pechlarining ayrim taqqoslovchi ko'rsatkichlari keltirilgan.

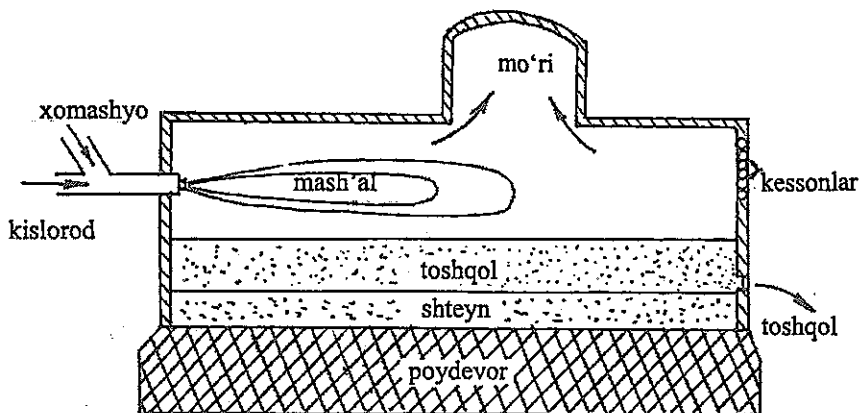
### 2.5-jadval

#### *Olmaliq 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 <sup>2</sup>	5 – 6	10 – 12	5 – 7
2.	Shteyn tarkibidagi mis miqdori	%	22 – 28	40 – 50	2 ba-robar
3.	Misning shteynga o'tish miqdori	%	97	97	–
4.	Oltinugurtning texnologik gazdan olinish miqdori	%	28	92	–

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

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



**2.13-rasm. Kislородli-mash'alli eritish pechi.**

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

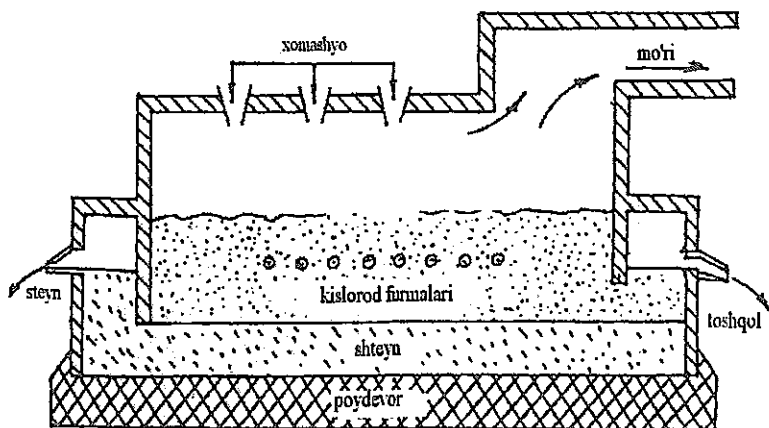
Barcha avtogen eritish agregatlarining paydo bo'lishiga ham asosiy sabab – boyitish usullarining o'ta taraqqiy etganligidir. Chunki boyitishdan so'ng olingan mis boyitmalari mayda, kukun holida bo'lib, avval yallig' qaytaruvchi pechlar, keyin elektr pechlari va nihoyat, avtogen eritish pechlarining paydo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

Avtogen jarayon aslida bugun yoki kecha o'ylab topilgan yangi jarayon emas. O'z-o'zidan issiqlik chiqishi bilan boradigan jarayonlar

qariyb 100 yildirki sulfidli va oksidli boyitmalarni oksidlovchi kuydirish jarayonida, shuningdek, misli-nikelli shteynlarni konvertorlash jarayonida ham keng qo'llanib kelinmoqda. Bunda sulfidli birikmalarning oksidlanishi, parchalanishi mobaynida yuqori haroratning ajralib chiqishi natijasida boradigan jarayon XX asrning boshidayoq sanoat miqyosida keng qo'llanilgani texnologiya tarixidan yaxshi ma'lum [18].

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. 2.14-rasmda "Vanyukov pechi"ning umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Bu pech haqida keyingi bo'limlarda batafsil so'z yuritiladi.



2.14-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.

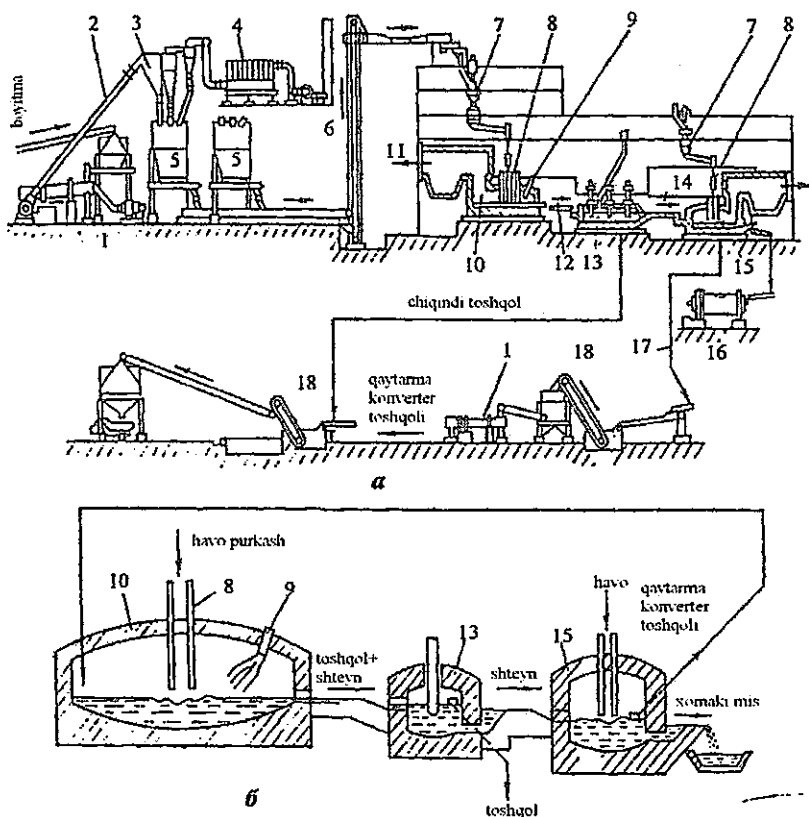
Ularning tarkibiga Kanadaning "Noranda Mayns" kompaniyasi ishlab chiqqan "Noranda" eritish pechi, muhandis Uorkraning "Konzink Riotinton" (Avstraliya) firmasi tomonidan 1967-yili ishlab chiqilgan "Uorkra" jarayoni hamda butun dunyoda mashhur bo'lgan Kanadaning "Timmins" zavodi, Yaponiyaning "Onaxama" va "Naosima" zavodlarida qo'llanib kelinayotgan "Mitsubishi" jarayonlari kiradi. Ushbu jarayonning umumiy ko'rinishi 2.15-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/m<sup>2</sup> ni tashkil etsada, 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 holda yana yopiq nov orqali pastki qavatda joylashgan konverter pechiga quyiladi.

Ikkinchi mahsulot esa tarkibida Cu – 0,5% bo'lgan va SiO<sub>2</sub> – 30–35%dan iborat bo'lgan toshqol alohida uskuna yordamida qumoqlashtirilib, so'ng maxsus tashlanma joyga chiqarib tashlanadi.



**2.15-rasm. Yaponiyaning Naosima zavodida ishlab turgan "Mitsubishi" jarayonining sanoat miqyosida ishlatilishi (a) va jihozlarning umumiy tasviri (b).**

1—quvursimon aylanma quritish pechi; 2—quvur-quritkich; 3—chang ushlagich siklon; 4—yengsuzgich; 5—xomashyo xampalari (bunker); 6—elevator; 7—elektr uskunasi bilan ashjo 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 ohak-toshli 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. SO<sub>2</sub> ga boy gazlar olinadi va tashqi muhitga chiquvchi gazlar kamayadi.
4. Kapital va ekspluatatsiya uchun ketadigan xarajatlarning kamayishi, shuningdek, ishchi kuchiga ketadigan xarajatlarning kamayishi ham uning afzalligidir.

## AVTOGEN JARAYON HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

## 3.1. Avtogen eritish jarayonlari

Metallurgiya sanoatida, xususan, mis eritishda butun sarf bo'lgan xarajatlarning teng yarmi xomashyolarni va shixtalarni tayyorlashga hamda eritib, undan shiteyn olishga sarflanadi. Qolgan 50 % xarajat esa konverterlash, elektroliz yo'li bilan tozalash va nihoyat, mis olishga sarflanadi. Shixta va xomashyoni tayyorlash hamda ularni eritish uchun ketgan sarfni kamaytirish borasida olimlarimiz juda ko'p ilmiy tadqiqot ishlarini olib borib, o'z takliflari bilan metallurgiya sanoatiga o'zgartirish kiritishga harakat qildilar. Uzoq yilgi samarali mehnatlar natijasida mis sanoatida avtogen, ya'ni o'z-o'zidan boradigan jarayonlar sanoat miqyosida qo'llanilmoqda. Ularga muallaq holatda boradigan mash'alli eritish pechi va kislorodli muallaq elektrotermik pechi, minorali avtogen eritish pechi va suyuqlikda boradigan avtogen eritish pechlari (Vanyukov pechi) kiradi. Eritish jarayonlarini uchta asosiy turga bo'lish mumkin:

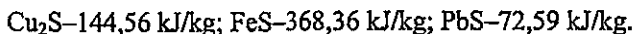
1) tashqaridan doimiy issiqlik berib turiluvchi jarayonlar.

2) avtogen, ya'ni ichki kimyoviy reaksiyalar natijasida to'liq o'z-o'zini issiqlik bilan ta'minlaydigan jarayonlar.

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

Avtogen jarayonlarga yuklanishi mo'ljallangan xomashyo uchun alohida talablar qo'yiladi. Bu talablarning asosiysi uning tarkibidagi kerakli birikmalarning kislorod bilan o'zaro ta'siri natijasida ajralib chiqadigan issiqlikning xomashyo yoki shixtani eritishga yetarli bo'lishidadir.

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 bo'yicha quyidagicha bo'ladi: piritli, xalkopiritli, pirrotinli yoki kislorodning purkashdagi tarkibiga ko'ra, nokerak jinslar va ashyoning tarkibi hamda miqdoriga, purkash yo'nalishiga, ya'ni pech tubidagi yoki yonidagi

mash'alli qatlama, ichki va tashqi issiqlik almashinuviga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Yuqorida qayd etilgan oltingugurtli ashyo bilan qaysi usul yoki yo'nalish bo'yicha jarayonning tanlanishi o'z o'rnida uning ichida oltingugurtning harorat ostida parchalanishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik ashyoni to'liq eritishga o'tmaydi. 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 bo'linadi: sochma mis (qumli holda), porfirli mis, vanadiy-temirli mis, misli kolchedan va skarnli qazilma boyliklaridir.

Birinchi turdagi sochma mis qazilma boyliklari ko'proq 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 bo'ladi. Bu rudalar juda katta maydonlarni egallagan bo'lib, yer qobig'ining ustki qismiga yaqin joylashganligi tufayli ularni ko'proq 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 ko'proq vulqonli jinslarda linza ko'rinishida 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 bo'lgan misli boyitmalar ajralib chiqadi.

Boshqa turdagi, ya'ni 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, yo'ldosh 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 avtogen eritish jadvaliga to'g'ri kelmaydi va asosan shixta tarkibida qayta ishlanadi. Tarqoq rudalar minerallarning bir



xilligi va kimyoviy tarkibining doimiyligi bilan ajralib turadi. Ulardan olingan boyitmalar avtogen eritish jarayonini ta'minlay oladi.

Mis metallurgiya sanoatida avtogen jarayonlar keng qo'llanib kelinayotganligini e'tiborga olib, shu jarayonning fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan batafsilroq tanishib chiqamiz.

Oltinugurtga boy bo'lgan ashyolarni avtogen jarayoni orqali eritishda texnologik kislorod yordamida purkab, jarayonning muallaq holatda borishi kislorodli-mash'alli eritish pechi degan nomni olgan bo'lsa, muallaq holatda mash'ala bo'lib yonishi, so'ng moddalarning parchalanib, erish haroratiga o'tishi 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 O'zbekiston Respublikasining Olmaliq mis eritish zavodlarida ishlab kelmoqda. Texnologik purkash orqali muallaq holatda eritishning afzalliklaridan biri gorizontol mash'alli pechdir.

Eritish pechining ichidagi gorizontol holatdagi mash'alada oltinugurtning toza kislorod bilan yuqori tezlikda oksidlanishi va unga nisbatan past tezlikda gaz oqimining paydo bo'lishi texnologik oqova gaz hajmining ko'payib ketmasligiga olib keladi.

Muallaq holatdagi eritish pechi yallig' qaytaruvchi pechga o'xshamagan bo'lib, old qismida quritilgan shixta qorishmasi tepadan, pechning old qismidan texnologik kislorod bilan purkalanadi.

### **3.1.1. Sulfidli mis boyitmasini kislorodli-mash'alli pechda eritish va ularni 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 oltinugurtli birikmalarning parchalanishi, oksidlanishi, umuman olganda, ekzotermik reaksiyalardan hosil bo'ladigan issiqlik hisobiga kechadi.

Olmaliq mis eritish zavodida KMEP jarayoni 1968-yildan beri sanoatda qo'llaniladi. Pechning hajmi  $580 \text{ m}^3$ , foydali maydoni  $120 \text{ m}^2$ , 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 mum-

kin. 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.

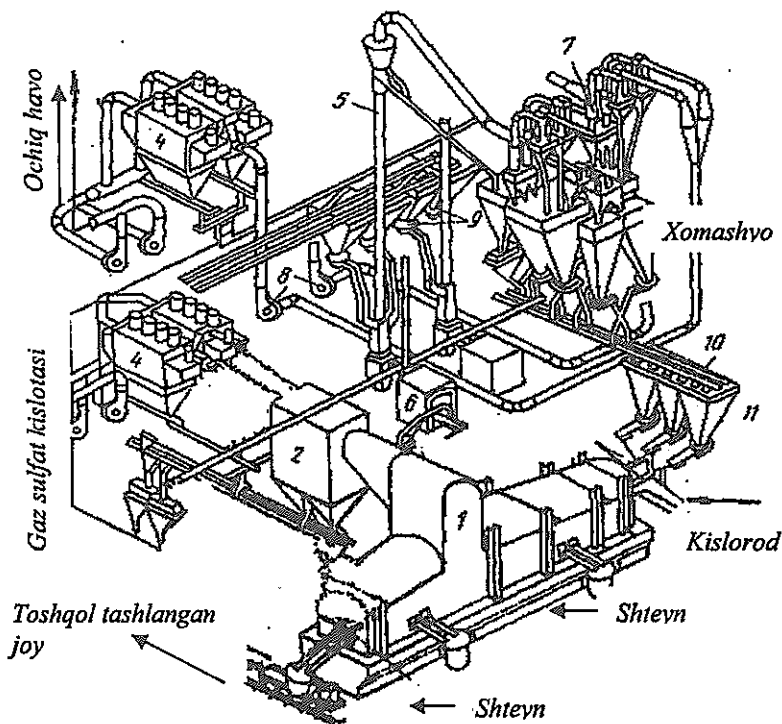
KMEP jarayoni boyitmani chuqur oksidlantirish va misga boy shteyn olishdek murakkab jarayonni o'z ichiga oladi. Dunyoda keng tarqalgan shixta tayyorlash usullaridan eng yaxshi qulay tizimlardan biri beding tizimidir. Xomashyo komponentlari qatlam-qatlam shaklda bir-biri ustiga tasmlar yordamida yuklanadi 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.

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

### 3.1.2. 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.



**3.1-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-elektrsuzgichlar; 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 %  $H_2O$ ) bo'lgan xomashyo yuklanadi. Xomashyo moddalari uchib turgan muallaq holatda quritiladi, nam-

sizlangan 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 600–800 m<sup>3</sup>, (birlamchi gaz yoqish uchun) havo 6000–8000 m<sup>3</sup>. 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 300–450<sup>0</sup>C. Moddaning quvurda bo'lish davri 1–3 sekunddan oshmaydi. Jarayon qat'iy ushbu ko'rsatkichlar oralig'ida boshqarilishi va tizim o'zgarmasdan 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.

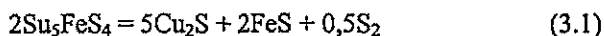
Quvurning ishlashini takomillashtirish uchun gazni qaytadan, ikkilamchi havoni o'rniga, pechga qaytarish kerak bo'ladi. Bu jarayon yonilg'ining sarfini kamaytirishga yordam beradi, gazlar 60–70<sup>0</sup>C issiqlikka ega bo'lib, ularning tarkibida 15–17 % sof kislorod bo'lishi mumkin.

### 3.1.3. Kislorodli-mash'alli eritish pechidagi fizik-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—840°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  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  holiga o'tishi bilan kechadi.

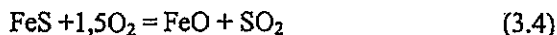
Rux mis boyitmasida sulfid holatida (ZnS) uchraydi, aylanuvchi changda esa ZnO, ZnSO birikmalari holida uchraydi. Eritish davrida rux qisman gaz holatiga o'tadi, chunki unda kislorod va oltingugurt birikmalari 1300—400°C haroratlarda uchish xususiyatiga ega bo'ladi. Rux jarayon mahsulotlari bo'yicha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

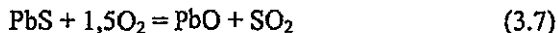
Ko'p hollarda mis boyitmasida qo'rg'oshin va boshqa noyob metallar ham uchrab turadi. Agar mis boyitmasida qo'rg'oshin bo'lsa, u holda jarayon mahsulotlari bo'yicha noyob metallar quyidagicha taqsimlanadi, % :

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.

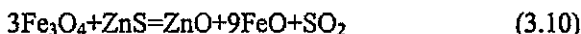
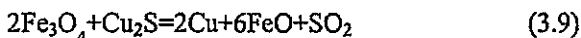
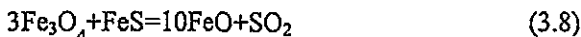
Murakkab birikmalarning parchalanish va ajralish jarayonlari keng tarqalganligi, oksidlanishga, asosan, oddiy sulfidlar bilan kechadi, desak hech ham mubolag'a bo'lmaydi:



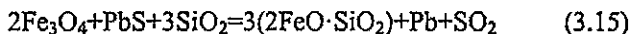
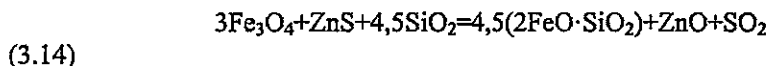
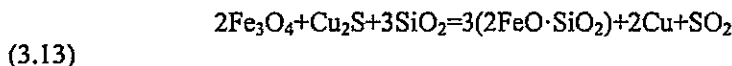
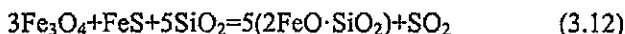


Temir sulfidi vyustit ( $\text{FeO}$ ) va magnetit ( $\text{FeO}$ )largacha oksidlanishi mumkin. KMEP jarayonida  $\text{FeS}$ , asosan, magnetit birikmasigacha oksidlanadi. Pechning suyuq vannasida magnetitning miqdori sulfidlar bilan qaytarilish reaksiyalarining qanchalik to'g'ri borishiga bog'liqdir. 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:



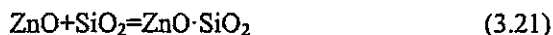
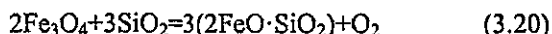
KMEP jarayonida magnetit birikmasining paydo bo'lishini suyuq mahsulotlardagi  $\text{SO}_2$  tarkibining parsial bosimi, toshqol nordonligi va  $\text{FeS}$  ning shteyndagi miqdoriga bog'liqdir. Misga boy shteynni hosil qilish sulfidlarining chuqur oksidlanishiga bog'liq. Bunday jarayon esa magnetit 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 Cu<sub>2</sub>O 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 eritmalarining har xil fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lganlari asosida o'tadi. Birinchi qatorga bu eritmalarining har xil zichligi va sirt tarangligi ta'sirida o'tadi. Toshqolning namunaviy tarkibi quyidagicha, %: 0,8–1,0 Cu; 32–35 SiO<sub>2</sub>; 37–40 FeO; 6–8 CaO. Shteynning tarkibi esa o'rtacha quyidagicha, %: 32–36 Cu; 32–36 Fe; 24–26 S; 7–8 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

Olmaliq zavodida eritmalar bilan bir sutkada 100 t ga yaqin magnetit hosil bo'ladi. Oxirigacha qaytarilmagan magnetit vannada shteyn va toshqolga taqsimlanadi hamda bu jarayon quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K = \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ tsh} / \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ sht} \quad (3.24)$$

Magnetit, asosan, toshqolda yig'ilib, pechdan toshqol tarkibidan birga chiqariladi.

Magnetitning eritmadagi miqdori ko'payishi pech tubida cho'kma paydo bo'lishiga olib keladi. Cho'kma pechning asosiy ishchi hajmini kamaytirib yuboradi, kimyoviy reaksiyalarning faol borishiga xalaqit beradi, dastgohning ishlab chiqarish unumdorligini kamaytiradi, toshqol

bilan misning isrofgarchiligini orttiradi. Magnetitdan paydo bo'lgan pech tubidagi qiyin eriydigan birikmalardan iborat cho'kmani eritish uchun pechning haroratini oshirib, jarayonga qo'shimcha kremnezemli fluslar yuklash kerak bo'ladi.

### 3.1.4. Kislородli-mash'alli eritish pechining konstruksiyasi va uni hisoblash

Kislородli-mash'alli eritish pechi 1968-yilda Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining mis eritish zavodida ishga tushirildi. Ikkala pech, ya'ni Kanadadagi "Koper Klif" zavodidagi pech bilan konstruksiyasi deyarli bir xildir.

Pechning poydevori butun bo'lgan temir betondan tayyorlangan. Poydevorning ustiga eni 50mm bo'lgan cho'yan plitalari joylashtirilgan. Plitalarga betondan tayyorlangan maxsus qatlam qo'yilgan.

3.2-rasmda ko'rsatilganidek, pechning ishchi tagi (leshad) uch qator o'tga chidamli, olovbardosh g'ishtdan yasalgan: eng pastki qismining eni 230 mm bo'lgan shamot, o'rta qismi 230 mm magnezitoxromit va sirt ishchi qatlami eni 460 mm bo'lgan megnezitoxromit olovbardosh g'ishtdan tayyorlangan. Leshadning tepa qismi, yon tomonini terish uchun gorizontall shaklda yasab olinadi. Yon tomoni normal magnezitoxromit g'ishtidan yasilib, eni 810 mm ni tashkil qiladi, bosh va dum tomonlarining eni esa 920 mm. Pechning ishchi tepa qismi (svod), ya'ni tomining eni 460 mm bo'lgan magnezitoxromit g'ishtidan teriladi.

Pechni mustahkamlash uchun eni 15 mm bo'lgan po'lat qoplama, 55 tartibli qo'shtavr va 50 mm li po'lat sinch orqali maxsus qurilmalar ishlatiladi.

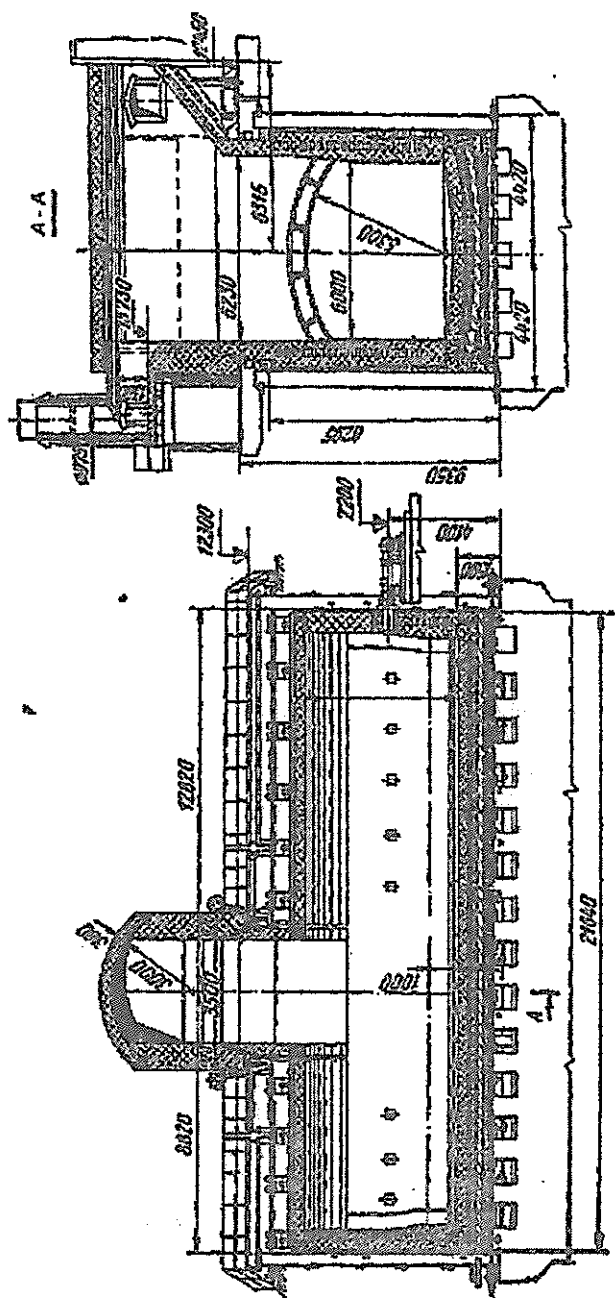
Toshqolni pechdan 2 ta suv bilan sovutiladigan misdan yasalgan nov orqali chiqariladi. Novlar pechning dum devorida bo'lib, leshaddan 700 mm balandlikda joylashgan.

Shteyn bir-biri bilan bog'langan ikkita idish tizimida ishlaydigan sifondan chiqariladi. Sifonning yuqori ostonasi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$H = (h_1 g_2 + h_2 g_2) / g_1 \quad (3.25)$$

Bunda:  $h_1$  va  $h_2$  – shteyn va toshqol vannalarining o'rtacha balandliklari, sm;  $g_1$  va  $g_2$  – shteyn va toshqolning zichligi,  $g/cm^3$ .





3.2-rasm. Olmaliq mis eritish zavodidagi kislorodli-mash'ali eritish pechining old hamda yon tomondan ko'rinishi va qirg'imi.

KME pechini hisoblash uning eritish zonasi, apteyk (mo'ri) va asosiy o'lchamlarini aniqlashdan iborat. Pechning asosiy o'lchamlariga balandligi, diametri va eritish ishchi hajmi kiradi.

Xomashyoning yuklash payti, sulfidlarning oksidlanish reaksiyasi davomi va gaz oqimining tezligi asosida hamma kerakli o'lchamlarni hisoblash mumkin.

Eritish shaxtasining balandligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$h = \omega / t \quad (3.26)$$

Bunda:  $h$  – eritish pechi shaxtasining balandligi;

$\omega$  – xomashyo zarrachalarining tushish tezligi davri, m/s;

$t$  – sulfidlarning oksidlanish reaksiyasi borish vaqti.

Mayda zarralar  $10^{-2}$  dan to  $10^{-4}$  mm gacha doimiy tezlikda hamisha muallaq holatdan pastga, eritmaga qarab cho'kib boradi. Buni quyidagi Stoks formulasi orqali ifodalash mumkin:

$$\omega = 2/9 \cdot (\delta - \rho) / \eta \cdot g \cdot r^2$$

Bunda:  $r$  – zarraning radiusi, m ;

$\delta$  – zarraning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho$  – gaz muhitining zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

Zarraning zichligi boyitmaning tarkibiga bog'liq bo'lib, 4000–4500  $\text{kg/m}^3$  atrofida bo'ladi. 1450–1500°C oralig'ida gaz muhitining zichligi 0,30–0,35  $\text{kg/m}^3$ . O'sha harorat oralig'ida gaz muhitida qovushqoqligi  $16\text{--}17 \cdot 10^{-5}$   $\text{m}^2/\text{s}$  ni tashkil qiladi. Hisoblash uchun zarraning o'rtacha radiusini olish kerak. KMEP jarayonida, kinetik ma'lumotlarga ko'ra, sulfid boyitmasidagi zarraning oksidlanish vaqti 1 sekundni tashkil qiladi.

Eritish shaxtasining kesim maydoni quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$S = V / W$$

Bunda:  $V$  – texnologik gazning hajmi,  $\text{m}^3/\text{sek}$ ;

$W$  – gazning haqiqiy harakatlanish tezligi, m/sek.

Gazning hajmi, berilgan shixta komponentlari metallurgik hisoblar bilan topiladi. Gazning tezligi xomashyo zarralarining erkin tushish vaqtiga teng, deb qabul qilinadi.

Pech ichidagi ishchi shaxtaning balandligi va kesimini bilgan holda, uning diametri va hajmi aniqlanadi. Shaxtaning hajmi to'g'ri topilgani, pechning ishlab chiqarish unumdorligi eritish hududidagi issiqlik kuch-

lanishi orqali tekshirilishi mumkin. Issiqlik kuchlanishi KMEP jarayoni uchun  $240-290 \cdot 10^3 \text{ kDj/m}^3$  soat ni tashkil qiladi.

Gaz egallaydigan joy maydon kesimi ( $\text{m}^2$ ) to'g'riburchak qismidan tashkil topadi:

$$S = bh + r^2 / 2 (\varphi - \sin \varphi^0)$$

Bunda:  $b$  – kameraning eni, m;

$h$  – to'g'ri burchak qismining balandligi, m;

$r$  – svodning radiusi, m;

$\varphi$  va  $\varphi^0$  – markaziy burchakning radian va gradusda o'lchamlari.

Suyuq vannaning balandligi, odatda, 1m ni tashkil qiladi, toshqol qatlamining balandligi 0,6 m, shteynniki esa 0,4 m. Toshqol vannasining hajmi ( $\text{m}^3$ ) ushbu tenglama orqali topiladi:

$$V^1 = V \cdot t$$

Bunda:  $V$  – toshqol hajmi,  $\text{m}^3/\text{soat}$ ;

$t$  – toshqolning vannada bo'lish vaqti, soat (cho'kish vaqti).

Toshqolning soatbay ajralib chiqishi, pechning ishlab chiqish unumdorligi va shixtaning tarkibiga bog'langan holda, cho'kish vaqtiga 4–6 soat bo'lishi mumkin va texnologik hisoblardan aniqlanadi.

Shteyn vannasining hajmi, odatdagiday,  $0,7V^1$  ga teng bo'ladi, vannaning butun hajmi esa  $1,7V^1$  dir. Ishchi kameraning uzunligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$t = 1,7 V^1 / b \cdot h$$

Bunda:  $b$  – vannaning eni (kameraning gaz egallaydigan joy eniga teng), m;

$h$  – vannadagi eritmaning balandligi, m.

Apteykning kesim maydoni gazning hajmi va tezligidan topiladi. Apteykka kirishdan oldin gazning hajmi kameradagiga qaraganda biroz kamroqdir, chunki uning harorati  $1250-1300^\circ\text{C}$  gacha pasayib ketadi. Apteykda gazning tezligini 10–12 m/s deb, qabul qilish mumkin.

KME pechning gaz egallaydigan zona hajmini berilgan ishlab chiqish unumdorligi, shixtaning issiqlik chiqarish va issiqlik kuchlanishi orqali topish ham mumkin:

$$V = Q \cdot Q_{\text{qattiq}} / V$$

Bunda:  $Q$  – bir soatda ishlab chiqarish unumdorligi, t;

$Q_{qattiq}$  – xomashyoning issiqlik chiqarishi, kDj/t;  
 $V$  – issiqlik kuchlanishi, kDj/(m<sup>3</sup>soat).

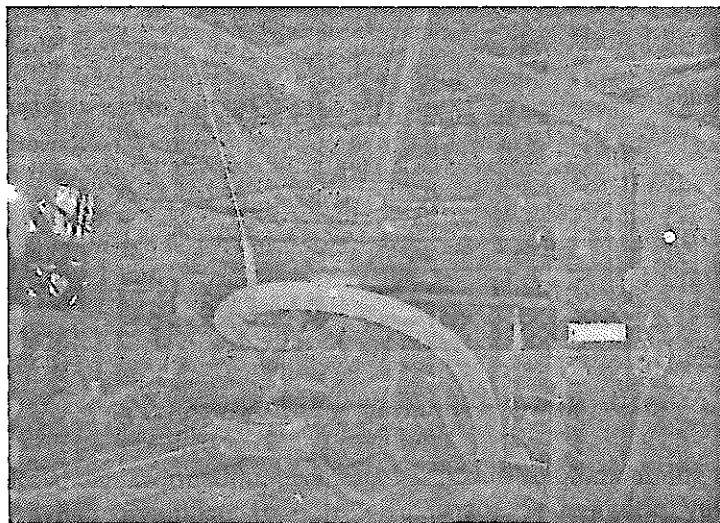
Eritish hududidagi gaz egallaydigan zonaning maydon kesimi ushbu tenglama orqali aniqlanadi:

$$S = V / l$$

Eritish zonasining uzunligi ( $l$ ) mash'alning aerodinamik uzunligi orqali topiladi. Zarralarning o'lchami 0,15 mm atrofida bo'lsa,  $l = 12-14$  mm deb, qabul qilish mumkin.

### 3.1.5. KMEP jarayonining texnologiyasi

Qurilgan xomashyo KMEP ga aeratsion havo orqali uzatkich tasma yordamida yuklanadi. Yuklanayotgan xomashyoning tarkibi radioaktiv zichlikni o'lhaydigan dastgoh yordamida aniqlanadi. Xomashyo yondirgichlari pechning bosh tomonida joylashgan (3.3-rasm).



**3.3-rasm. KME pechining umumiy old ko'rinishi. Unda 2 ta kislorodli purkagich, yondirgich xomashyo kelib tushadigan har ikkala quvvur 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 m<sup>3</sup>/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 3 ta 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'shib, 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/m<sup>2</sup> 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% SO<sub>2</sub> bo'lishi mumkin. Amaliyotda esa dastgohlarning yaxshi germetik qoplanishi to'liq emasligi sababli

gazning tarkibida olingugurt angidridining miqdori ancha kam. Gazning pechdan chiqish davridagi namunaviy tarkibi, %: 55–75 SO<sub>2</sub>, 2–3 O<sub>2</sub>; 30–45 N<sub>2</sub>. Shuningdek, jarayondagi mahsulotlarning tarkiblari quyidagicha, %:

	Cu	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
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% SiO<sub>2</sub> bo'lib, u 35–40% misli shteyn olish uchun agregatda eritilsa, 1 t xomashyo 220 – 240 m<sup>3</sup> kislorod sarf bo'lib, pechning asosiy qismida 1350–1450°C haroratni tashkil etadi. Agar SiO<sub>2</sub> ning miqdori kamaysa yoki kislorodning sarfi ortib borsa, harorat 1500–1600°C 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 1200–1300°C ni tashkil qiladi. Pechning ishchi hajmidan texnologik gaz havoso'rgich orqali so'riladi.

Havoso'rgichning ishlab chiqarish unumdorligi soatiga 50000 m<sup>3</sup> 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 SO<sub>2</sub> ning miqdori;

7) qozon-sovutkichdan chiqayotgan bug'ning miqdori va bosimi;

8) jarayondagi eritma mahsulotlarining harorati.

Jarayonning me'yorda oqilona borishida toshqolning harorati 1220–1250°C, shteynniki esa 1150–1180°C bo'lishi eng ma'qul ko'rsatkichdir.

Hozirgi davrda pechning ishlab chiqarish unumdorligi sutkasiga 10–12 t/m<sup>2</sup> ni tashkil qiladi.

KMEP jarayonida texnologik kislorod xomashyo aralashmasining 15–20 m/s tezlikda 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, SiO<sub>2</sub>, Zn va Pb larni; shteyndan misni; toshqoldan – Cu, Fe, SiO<sub>2</sub> va CaO larni; aylanuvchi changdan esa Cu, Fe, SiO<sub>2</sub>, CaO va Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kimyoviy birikmalarni aniqlash uchun namunalar olinadi.

Kapital ta'mirlashdan keyin pech 72–96 soat davomida qizdiriladi, qizitish tezligi 15–20°C/soat. Pechning qizitilishi 4 ta gaz yondirgichlar bilan olib boriladi. Ularning ishlab chiqarish unumdorligi bir soatda 1000 m<sup>3</sup>.

### 3.2. 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 oltingugurt birikmalarining oksidlanishi quyidagi umumiy reaksiya orqali ifodalanishi mumkin:



Xomashyoning tarkibida, asosan, shunday oltingugurtli birikmalar uchraydiki, ularning ashyo tarkibida erishi quyidagi ayrim sulfitlarning oksidlanishi orqali Gibbs energiyasining o'zgarish kattaligi bilan aniqlanadi. 1 mol kislorod uchun Gibbs energiyasining o'zgarishi Cu<sub>2</sub>S 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.

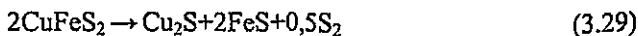
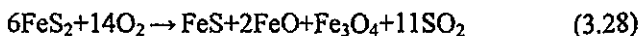
D.M.Chijikov o'zining xodimlari bilan oltingugurtli metallarning, havo tarkibidagi kislorodning konsentratsiyasiga bog'liq holda, oksidlanish darajasini (v) aniqladi (1073 K, 10 min.). U quyidagi ko'rinishga ega:

O <sub>2</sub> , %	1	5	20	25
v, %				
PbS	27,2	87,1	95,6	97,0
FeS	4,8	-	87,5	-
Cu <sub>2</sub> S	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 crigan 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 oksidlar toshqol 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 ularning ba'zi birlarini ko'rib o'tamiz:

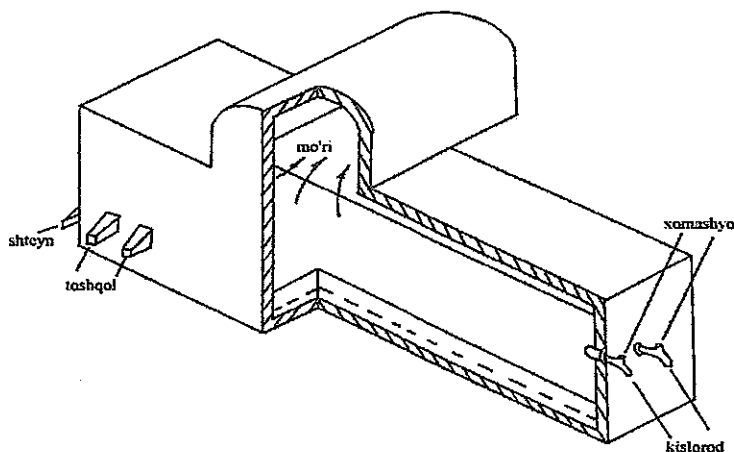






Demak, pechda alanga ichidagi mash'alli muhitda faqat birikmalar oksidlanishi, ashyolarning erishi va qisman toshqolning hosil bo'lishi ro'y beradi.

3.4-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.



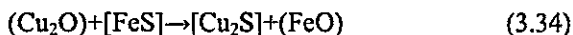
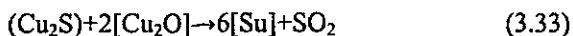
**3.4-rasm. Kislородli-mash'alli eritish pechi (KMEP).**

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.

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



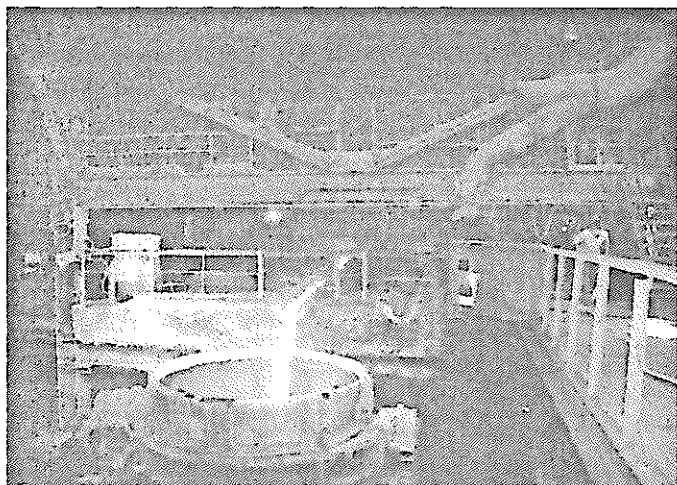
Misning okidlanishi:



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.



**3.5-rasm. Kislородli-mash'alli eritish pechidan tayyor bo'lgan suyuq toshqol 1250–1275<sup>0</sup> C ostida tashlanma joyga jo'natish uchun temiryo'l iziga o'rnatilgan maxsus cho'michga quyilmoqda.**

### 3.3. Metallurgiya hisobi

#### 3.3.1. Kislorodli-mash'ali eritish pechidagi ashyolar tengligini hisoblash

Kislorodli-mash'ali eritish pechida qaytarilish jarayonini hisoblash uchun quyidagi ma'lumotlar keltiriladi.

Hozirgi kunda ko'pgina misli boyitma va misli ashyolar aralashmasi chet ellardan ham keltirilmoqda. Asosan, Mo'g'uliston (Erdenet kompaniyasi), Ispaniya, Bolgariya, Rossiya mis boyitmalari va ashyo aralashmalari shular jumlasidandir. Shuning uchun ham ashyolar tengligini hisoblash ushbu boyitmalarning alohida ratsional tarkibini aniqlashdan boshlanadi. Chunki quyidagi kimyoviy tarkibning ko'rsatkichlaridan ma'lumki, ularning miqdori va kimyoviy birikmalarining tarkibi boyitmalarda turlichadir.

1. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati (OTMK) mis boyitish fabrikasi boyitmasining tarkibi: Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO<sub>2</sub>– 6%, CaO – 0,5% va hokazolar.

2. Bolgariyadan keltirilayotgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 17%, S – 26,5%, Fe – 28,2%, SiO<sub>2</sub> – 2,5%, CaO – 0,9% va hokazo.

3. Mo'g'ulistondan keltirilgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 18%, S – 29%, Fe – 28%, SiO<sub>2</sub> – 4%, CaO – 0,5% va hokazo.

O'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar va OTMK markaziy analitik tahlil tajribaxonasining ko'rsatgan hisobotlari bo'yicha minerallar joylashuvi quyidagicha: xalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>), kovelin (CuS) va pirit (FeS<sub>2</sub>) boyitmaning sulfidli minerallaridir.

Minerallarda mis CuFeS<sub>2</sub> va CuS orasida 9:1 nisbatda taqsimlanadi.

4. Aralash boyitma tarkibi: 20% – Bolgariyadan keltirilgan boyitma, 20% – Mo'g'ulistondan keltirilgan boyitma: 60% – Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining mis boyitish fabrikasi boyitmasi.

5. Kvarsli flus tarkibi: SiO<sub>2</sub> – 73%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,3%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6%, CaO – 1%, Fe (gematit ko'rinishida) – 10% va hokazo.

6. Purkash tarkibi: texnik kislorod (O<sub>2</sub>) – 95% va hokazo (hajm o'lchamlarida).

#### 3.3.2. Boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash

Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati mis eritish zavodida mis ishlab chiqarish uchun chet ellardan keltiriluvchi va o'z boyitish fabrikasidan

olingan boyitmalarni xomashyoning ratsional tarkibi 100 kg boyitma uchun hisoblanadi.

Olmalik tog'-metallurgiya kombinati mis boyitish fabrikasi kuydirilmagan boyitmasining quruq massa uchun tarkibi:

Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO<sub>2</sub> – 6%, CaO – 0,5% va hokazo.

Mis CuFeS<sub>2</sub> va CuS minerallarining taqsimlanishi, yuqorida keltirilgan birikmalarning molekular massasi quyidagicha topiladi:

$$\text{Cu} - 63,54; \text{Fe} - 55,85; \text{S}_2 - 32,06 \cdot 2 = 64,12.$$

Unda xalkopirit mineralining molekular massasi  $63,54 + 55,85 + 64,12 = 183,51$  kg bo'ladi.

$$\text{Xalkopirit (CuFeS}_2\text{) miqdori quyidagichadir: } 20 \cdot \frac{183,51}{63,54} \cdot 0,9 = 51,9858$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ tarkibida misning miqdori: } 20 \cdot 0,9 = 18 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori: } \frac{18 \cdot 55,85}{63,54} = 15,8215 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ tarkibida oltingugurt miqdori: } \frac{18 \cdot 64,12}{63,54} = 18,1643 \text{ kg.}$$

$$\text{Tekshirish: } 18 + 15,8215 + 18,1643 = 51,9858 \text{ kg.}$$

Kovelin (CuS) miqdori quyidagicha:

$$20 \cdot \frac{95,6}{63,54} \cdot 0,1 = 3,0091 \text{ kg.}$$

$$\text{CuS tarkibida misning miqdori: } 20 \cdot 0,1 = 2,0 \text{ kg.}$$

$$\text{CuS tarkibida oltingugurt miqdori: } \frac{2 \cdot 32,06}{63,54} = 1,0091 \text{ kg.}$$

$$\text{Tekshirish: } 2,0 + 1,0091 = 3,0091 \text{ kg.}$$

Pirit (FeS<sub>2</sub>) miqdori oltingugurt bo'yicha topiladi: FeS<sub>2</sub> tarkibida oltingugurt miqdori:

$$36 - (18,1643 + 1,0091) = 16,8266 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}_2 \text{ miqdori: } \frac{16,8266 \cdot 119,97}{64,12} = 31,4829 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori: } \frac{16,8266 \cdot 55,85}{64,12} = 14,6563 \text{ kg.}$$

Tekshirish:  $16,8266+14,6563=31,4829$  kg.

Gematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) miqdori temir bo'yicha hisoblanadi.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tarkibida temirning miqdori quyidagicha:

$$33-(15,8215+14,6563) = 2,5222 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ miqdori: } \frac{2,5222 \cdot 159,7}{111,7} = 3,6061 \text{ kg.}$$

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  tarkibida kislorodning miqdori  $3,6061 - 2,5222 = 1,0839$  kg.

Tekshirish:  $2,5222+1,0839 = 3,6061$  kg.

Kuydirilmagan "bulg'or" boyitmasining quruq massa tarkibi quyidagicha:

Cu -17%, S - 26,5%, Fe -28,2%,  $\text{SiO}_2$  -2,5%, CaO - 0,9 % va hokazo.

$$\text{Xalkopirit (CuFeS}_2\text{) miqdori: } 17 \cdot \frac{183,51}{63,54} \cdot 0,9 = 44,1879 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida misning miqdori:  $17 \cdot 0,9 = 15,3$  kg.

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida temirning miqdori:

$$\frac{15,3 \cdot 55,85}{63,54} = 13,4483 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$\frac{15,3 \cdot 64,12}{63,54} = 15,4396 \text{ kg.}$$

Tekshirish:  $15,3+15,4396+13,4483=44,1879$  kg.

3.1-jadvalda OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining ratsional tarkibi keltirilgan.

**OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining  
ratsional tarkibi**

Birik- malar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	51,9858	18	15,821	18,164				
CuS	3,0091	2,0		1,0091				
FeS <sub>2</sub>	31,4829		14,656	16,826				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,6061		2,5222		1,0839			
SiO <sub>2</sub>	6,0					6,0		
CaO	0,5						0,5	
Hokazo	3,4161							3,4161
Jami	100	20	33	36	1,0839	6,0	0,5	3,4161

$$\text{Kovellin (CuS) miqdori: } 17 \cdot 0,1 \cdot \frac{95,6}{63,54} = 2,5577 \text{ kg.}$$

$$\text{CuS tarkibida misning miqdori: } 17 \cdot 0,1 = 1,7 \text{ kg.}$$

$$\text{CuS tarkibida oltingugurtning miqdori: } 17 \cdot \frac{32,06}{63,54} = 0,8577 \text{ kg.}$$

$$\text{Tekshirish: } 1,7 + 0,8577 = 2,5577 \text{ kg.}$$

Pirit (FeS<sub>2</sub>) miqdori undagi oltingugurt bo'yicha topiladi.

FeS<sub>2</sub> tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$26,5 - (15,4396 + 0,8577) = 10,2027 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}_2 \text{ miqdori: } \frac{10,2027 \cdot 119,97}{64,12} = 19,0895 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori: } \frac{10,2027 \cdot 55,85}{64,12} = 8,8868 \text{ kg.}$$

$$\text{Tekshirish: } 10,2027 + 8,8868 = 19,0895 \text{ kg.}$$

Gematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) miqdori undagi temir bo'yicha hisoblanadi. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarkibida temirning miqdori:

$$28,2 - (8,8868 + 13,4483) = 5,8649 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ miqdori quyidagicha: } \frac{5,8649 \cdot 159,7}{111,7} = 8,3852 \text{ kg.}$$

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarkibida kislorodning miqdori:

$$\frac{5,8649 \cdot 48}{111,7} = 2,5203 \text{ kg.}$$

Tekshirish: 5,8649+2,5203=8,3852 kg.

3.2-jadvalda Bolgariyadan keltirilgan quruq mis boyitmasining ratsional tarkibi keltirilgan.

3.2-jadval

**Bulg'or mis boyitmasining ratsional tarkibi**

Birikmalar	Miq-dori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	44,1879	5,3	13,448	15,4396				
CuS	2,5577	1,7		0,8577				
FeS <sub>2</sub>	19,0895		8,8868	10,2027				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,3852		5,8649		2,5203			
SiO <sub>2</sub>	2,5					2,5		
CaO	0,9						0,9	
Hokazo	2,3797							2,379
Jami	100,0	17	28,2	26,5	2,5203	2,5	0,9	22,379

Mo'g'ulistondan keltirilgan kuydirilmagan mis boyitmasining quruq massa tarkibi: Cu – 18%; Fe – 28%; S – 29%; SiO<sub>2</sub> – 4%; CaO – 0,5% va hokazo.

$$\text{Xalkopirit(CuFeS}_2\text{) miqdori: } 18 \cdot 0,9 \cdot \frac{183,51}{63,54} = 46,7872 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ tarkibida misning miqdori: } 18 \cdot 0,9 = 16,2 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori: } 16,2 \cdot \frac{55,85}{63,54} = 14,2394 \text{ kg.}$$

$$\text{SuFeS}_2 \text{ tarkibida oltingugurt miqdori: } 16,2 \cdot \frac{64,12}{63,54} = 16,3478 \text{ kg.}$$

Tekshirish: 16,2+14,2394+16,3478=46,7872 kg.

$$\text{Kovelin (CuS) miqdori: } 18 \cdot 0,9 \cdot \frac{95,6}{63,54} = 2,7082 \text{ kg.}$$

CuS tarkibida misning miqdori:  $18 \cdot 0,1 = 1,8 \text{ kg}$ .

CuS tarkibida oltingugurtning miqdori:  $18 \cdot \frac{32,06}{63,54} = 0,9082 \text{ kg}$ .

Tekshirish:  $1,8 + 0,9082 = 2,7082 \text{ kg}$ .

Pirit miqdori undagi oltingugurt bo'yicha topiladi.

$\text{FeS}_2$   $29 - (16,3478 + 0,9082) = 11,744 \text{ kg}$ .

$\text{FeS}_2$  miqdori: tarkibidagi oltingugurtning miqdori:

$$11,744 \cdot \frac{119,97}{64,12} = 21,9733 \text{ kg}$$

$\text{FeS}_2$  tarkibida temirning miqdori:  $11,744 \cdot \frac{55,85}{64,12} = 10,2293 \text{ kg}$ .

Tekshirish:  $10,2293 + 11,744 = 21,9733 \text{ kg}$ .

Gematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) miqdori undagi temir bo'yicha hisoblanadi.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tarkibida temirning miqdori:  $28 - (10,2293 + 14,2394) = 3,5313 \text{ kg}$ .

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  miqdori:  $\frac{3,5313 \cdot 159,7}{2 \cdot 55,85} = 5,0488 \text{ kg}$ .

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  tarkibida kislorodning miqdori:  $\frac{3,5313 \cdot 48}{2 \cdot 55,85} = 1,5175 \text{ kg}$ .

Tekshirish:  $3,5313 + 1,5175 = 5,0488 \text{ kg}$ .

3.3-jadvalda Mo'g'uliston quruq mis boyitmasining ratsional tarkibi keltiriladi.

**3.3-jadval**  
**Mo'g'uliston quruq mis boyitmasining ratsional tarkibi**

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	46,7872	16,2	14,2394	16,347				
CuS	2,7082	1,8		0,9082				
FeS <sub>2</sub>	21,9733		10,2293	11,744				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,0488		3,5313		1,517			
SiO <sub>2</sub>	4					4		
CaO	0,5						0,5	
Hokazo	18,9825							18,99
Jami	100,0	18	28	29	1,517	4	0,5	18,99



Aralash boyitma tarkibida 60% Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati mis boyitish fabrikasi va 20 %dan ham mo'g'ul, ham bulg'or boyitmalaridan bo'lish sharti bilan bunday aralash boyitma tarkibi hisoblanadi.

Xalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) miqdori:

$$0,6 \cdot 51,9858 + 0,2 \cdot 44,1879 + 0,2 \cdot 46,7872 = 49,3865 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida misning miqdori:

$$49,3865 \cdot \frac{63,54}{183,51} = 17,1 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida temirning miqdori:

$$49,3865 \cdot \frac{55,85}{183,51} = 15,0304 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida misning miqdori:

$$49,3865 \cdot \frac{63,54}{183,51} = 17,1 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida temirning miqdori:

$$49,3865 \cdot \frac{55,85}{183,51} = 15,0304 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$49,3865 \cdot \frac{64,12}{183,51} = 17,2561 \text{ kg.}$$

Tekshirish:  $17,1 + 15,0304 + 17,2561 = 49,3865 \text{ kg.}$

Kovelin ( $\text{CuS}$ ) miqdori:

$$0,6 \cdot 3,0091 + 0,2 \cdot 2,5577 + 0,2 \cdot 2,7082 = 2,8586 \text{ kg.}$$

$\text{CuS}$  tarkibida misning miqdori:  $2,8586 \cdot \frac{63,54}{95,6} = 1,90 \text{ kg.}$

$\text{CuS}$  tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$2,8586 \cdot \frac{63,54}{95,6} = 1,90 \text{ kg.}$$

Tekshirish:  $1,90 + 0,9586 = 2,8586 \text{ kg.}$

Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) miqdori:

$$0,6 \cdot 31,4829 + 0,2 \cdot 19,0895 + 0,2 \cdot 21,9733 = 27,1023 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori: } 27,1023 \cdot \frac{55,85}{119,97} = 12,6170 \text{ kg.}$$

$\text{FeS}_2$  tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$27,1023 \cdot \frac{64,12}{119,97} = 14,4853 \text{ kg.}$$

Tekshirish:  $12,6170 + 14,4853 = 27,1023 \text{ kg.}$

Gematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) miqdori:

$$0,6 \cdot 3,6061 + 0,2 \cdot 8,3852 + 0,2 \cdot 5,0488 = 4,8505 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ tarkibida temirning miqdori: } 4,8505 \cdot \frac{111,7}{159,7} = 3,3926 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ tarkibida kislorodning miqdori: } 4,8505 - 3,3926 = 1,4579 \text{ kg.}$$

$\text{SaO}$  miqdori 0,58 kg.

$\text{SiO}_2$  miqdori  $0,6 \cdot 6 + 0,2 \cdot 2,5 + 0,2 \cdot 4 = 4,9 \text{ kg.}$

Hokazolar:  $0,6 \cdot 3,4161 + 0,2 \cdot 22,3797 + 0,2 \cdot 18,9825 = 10,3221 \text{ kg.}$

3.4-jadvalda aralash quruq mis boyitmasining ratsional tarkibi keltiriladi.

**3.4-jadval**  
**Aralash quruq mis boyitmasining ratsional tarkibi**

Birik-malar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	49,3865	17,1	15,030	17,256				
CuS	2,8586	1,9		0,9586				
FeS <sub>2</sub>	27,1023		12,617	14,485				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8505		3,3926		1,4579			
SiO <sub>2</sub>	4,9					4,9		
CaO	0,58						0,58	
Hokazo	10,3221							10,322
Jami	100,0	19	31,04	32,7	1,4579	4,9	0,58	10,322

### 3.3.3. Chang chiqish miqdorini hisoblash

Zavod ma'lumotlariga ko'ra, muallaq eritish amaliyotida misning changga o'tish foizi 0,8–1,0% ni tashkil etadi. U 1,0 % ga teng deb qabul qilinadi. Shuningdek, changga boshqa elementlarning olib ketilishi 1% deb qabul qilinadi. 3.5-jadvalda chiqib ketuvchi gazlar bilan chiqib ketayotgan changning ratsional tarkibi keltirilgan. Changning foizlik tarkibi quruq tarkibiga mos tushadi.

Jarayonga keltiriluvchi boyitmaning foizlik tarkibi eritishgacha bo'lgan boyitmaning foizlik tarkibiga teng (3.6-jadval).

Boyitmaning har bir birikma miqdoridan shu komponentning changga olib ketilgan miqdorini ayirib, jarayonda ishtirok etuvchi tarkibi va miqdori olinadi.

#### *Shteyn tarkibini aniqlash*

Zavod ma'lumotlaridan kelib chiqib, eritishda misning shteynga ajralish darajasi 97% deb qabul qilinadi.

Ajralish darajasining ko'rsatkichini U bilan belgilab, professor V.I.Smironov taklif qilgan quyidagi formula orqali hisoblab topish mumkin:

$$U=(a-b \cdot sh)/a \cdot 100-y$$

Bunda: a – ruda, boyitma, xomashyo tarkibida misning tarkibi, %;

b – 1 t ashyoni qayta ishlashda ajralib chiqadigan toshqol miqdori. Amaliyotda bu son 0,5–0,8 tonnani tashkil etadi;

sh – misning toshqoldagi tarkibi. Bunda shteyn tarkibidagi misning foiziga nisbatan 0,01 ga teng bo'ladi, ya'ni 30 foizli misning shteynini olsak,  $30 \cdot 0,01 = 0,3$  %;

y – kuyindi, ya'ni eritish paytida ushlab bo'lmaydigan qaytmas chang.

Professor V. I. Smironovning fikricha, bu  $u = 0,5\%$  dan ortmasligi kerak.

Hisoblash tarkibida Cu – 40%li misi bo'lgan shteyn olishga qaratilgan. Unda shteyn tarkibida mis miqdori 100 kg boyitmadan  $19 \cdot 0,97 = 18,43$  kg.

100 kg quruq boyitmaga mos keluvchi shteyn miqdori:

$$18,43 \cdot \frac{100}{40} = 46,075 \text{ kg.}$$

Zavoddan olingan ma'lumotlarga ko'ra, shteyn tarkibi quyidagicha: Cu – 40%; S – 25%; Fe – 29% va hokazo. Shteynning tarkibida mis xalkozin (Cu<sub>2</sub>S) ko'rinishda mavjud bo'ladi.

## 100 kg boyitmani qayta ishtashda hosil bo'lgan changning ratsional tarkibi

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	0,493865	0,171	0,150304	0,172561				
CuS	0,028586	0,019		0,009561				
FeS <sub>2</sub>	0,271023		0,12617	0,144853				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08505		0,03926		0,014579			
SiO <sub>2</sub>	0,049					0,049		
CaO	0,0058						0,0058	
Hokazo	0,103221							0,103221
Jami	1,00	0,19	0,3104	0,327	0,014579	0,049	0,0058	

3.6-jadval  
 Changning chiqishi hisobga olingan holdagi jarayonga keltiriluvchi boyitma miqdori

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	48,8926	16,929	14,8801	17,0835				
CuS	2,830	1,881		0,949				
FeS <sub>2</sub>	26,8312		12,4908	14,3404				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8020		3,3587		1,4433			
SiO <sub>2</sub>	4,851					4,851		
CaO	0,5742						0,5742	
Hokazo	10,219							10,219
Jami	99,9	18,81	30,7296	32,3729	1,4433	4,851	0,5742	10,219

$$\text{Cu}_2\text{S miqdori: } 18,43 \cdot \frac{159,14}{127,08} = 23,0795 \text{ kg yoki } 50,0913\%.$$

$\text{Su}_2\text{S}$  tarkibida oltingugurt miqdori:

$$23,0795 \cdot \frac{32,06}{159,14} = 4,6495 \text{ kg yoki } 0,0897\%.$$

Pirrotin ( $\text{FeS}$ ) miqdori undagi oltingugurt bo'yicha aniqlanadi.

$\text{FeS}$  tarkibida oltingugurt miqdori:  $25-10,0897\%=14,9103\%$ .

$$46,075 \cdot \frac{14,9103}{100} = 6,8699 \text{ kg}.$$

$$\text{FeS miqdori: } 6,8699 \cdot \frac{87,91}{32,06} = 18,8376 \text{ kg yoki } 40,8846 \%$$

$$\text{FeS tarkibida temirning miqdori: } 18,8376 \cdot \frac{55,85}{87,91} = 11,9677 \text{ kg}$$

yoki  $25,9744 \%$ .

Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) miqdori undagi temir bo'yicha topiladi.

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  tarkibida temirning miqdori:  $29-25,9744=3,0256 \%$ .

$$3,0256 \cdot \frac{46,075}{100} = 1,3940 \text{ kg}.$$

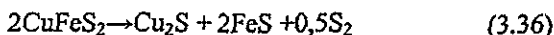
$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ miqdori: } 1,3940 \cdot \frac{231,55}{167,55} = 1,9264 \text{ kg yoki } 4,1811 \%$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ tarkibida kislorodning miqdori: } 1,9264 \cdot \frac{64}{231,55} = 0,5324 \text{ kg yoki } 1,1555\%.$$

3.7-jadvalda shteynning ratsional tarkibi va miqdori keltirilgan.

### 3.3.4. Tashlanma toshqol tarkibini hisoblash

Fluslarni hisobga olmay, tashlanma toshqol tarkibidagi alohida moddalarning miqdori hisoblanadi. Dissotsiatsiya reaksiyasi quyidagicha boradi:



## 3.7-jadval

## Shteynning raional tarkibi va miqdori

Birik- malar	Su		Fe		S		O <sub>2</sub>		Hokazo		Miqdori	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Cu <sub>2</sub> S	18,43	40			4,6495	10,0897					23,0795	50,0913
FeS			11,9677	25,9744	6,8699	14,9103					18,8376	40,8846
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>			1,3940	3,0256			0,5324	1,155			1,9264	4,1811
Hokazo									2,2315	4,843	2,2315	4,843
Jami	18,43	40	13,3617	29	11,5194	25	0,5324	1,155	2,2315	4,843	46,075	100

$$\text{Cu}_2\text{S miqdori: } 48,8926 \cdot \frac{159,14}{2 \cdot 183,51} = 21,1998 \text{ kg.}$$

Quyidagi dissotsiatsiya reaksiyasi natijasida yana  $\text{Cu}_2\text{S}$  hosil bo'ladi:



$$\text{Su}_2\text{S miqdori: } 2,830 \cdot \frac{159,14 \cdot 2}{4 \cdot 95,6} = 2,3555 \text{ kg.}$$

Erish jarayoniga  $\text{Cu}_2\text{S}$  miqdori jami bo'lib,  $21,1998 + 2,3555 = 23,5553$  kg ketadi.

Pechdan shiteyn bilan  $18,43$  kg  $\text{Cu}_2\text{S}$  chiqadi. Tashlanma toshqolga esa  $23,5553 - 23,0795 = 0,4758$  kg  $\text{Cu}_2\text{S}$  o'tadi. ( $\text{Cu} = 0,38$  kg va  $\text{S} = 0,958$  kg)

Quyidagi reaksiyada kislorod bilan misning barcha miqdoridan  $10\%$   $\text{Cu}_2\text{O}$  oksidgacha oksidlanadi:



$$\text{Hosil bo'lgan Cu}_2\text{O miqdori: } 0,38 \cdot 0,1 \cdot \frac{143,08}{127,08} = 0,0428 \text{ kg.}$$

( $\text{Cu} = 0,038$  kg va  $\text{O}_2 = 0,0048$  kg).

$$\frac{1,5 \cdot 32}{143,08} \cdot 0,0428 = 0,0143 \text{ kg O}_2 \text{ sarf qilinadi.}$$

$$\frac{64,06}{143,08} \cdot 0,0428 = 0,0192 \text{ kg O}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

$0,4758 - 0,9 = 0,4282$  kg  $\text{Cu}_2\text{S}$  keladi. ( $\text{Cu} = 0,342$  kg va  $\text{S} = 0,0862$  kg)

Toshqol miqdori undagi mis bo'yicha aniqlanadi. Toshqol tarkibida mis miqdori  $0,7\%$ .

$$\text{Unda jami toshqol miqdori: } 0,4758 \cdot \frac{100}{0,7} = 67,9714 \text{ kg.}$$

$\text{Fe, FeO, Fe}_3\text{O}_4$ .

(3.38) reaksiya bo'yicha pechda  $\text{FeS}$  hosil bo'ladi, uning miqdori:

$$48,8926 \cdot \frac{87,91}{183,51} = 23,4219 \text{ kg.}$$

Pech quyidagi dissotsiatsiya reaksiyasiga asosan  $\text{FeS}$  hosil bo'ladi:





$$27,1023 \cdot \frac{2 \cdot 87,91}{2 \cdot 119,97} = 19,8596 \text{ kg.}$$

Pechda jami  $23,4219 - 19,8596 = 43,2815 \text{ kg}$  FeS hosil bo'ladi.

Shundan shteyn bilan  $43,2815 - 18,8376 = 24,4439 \text{ kg}$  FeS chiqadi.

Pechda  $43,2815 - 18,8376 = 24,4439 \text{ kg}$  FeS qoladi.

Bu FeS miqdorining bir qismi pechda temirning yuqori oksidlari bilan oksidlanadi.

FeS oksidlanish reaksiyasini hisoblab, temirning yuqori oksidlari tengligi tekshiriladi. Shteyn bilan  $1,9264 \text{ kg}$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ketadi. Tashlanma toshqol tarkibidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori toshqol va shteyn orasida magnetitning taqsimlanish koeffitsiyenti bo'yicha aniqlanadi.

$K = \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ toshqol} / \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ shteyn}$

$t = 1200^\circ\text{S}$ ;  $C_{u\text{sht}} = 40 \%$ ; toshqolda  $\text{SiO}_2 = 35 \%$ , bo'lganda  $K = 1,9$  %  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{sht} = 4,1811$

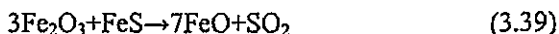
Unda  $\% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ toshqol} = 4,1811 \cdot 1,9 = 7,9441 \%$

Tashlanma toshqol tarkibida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori:

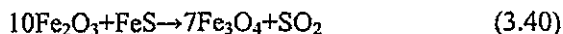
$$\frac{7,9441}{100} \cdot 67,9714 = 5,3997 \text{ kg.}$$

Pechdan jami  $1,9264 + 5,3997 = 7,3261 \text{ kg}$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  chiqadi.

Pechga boyitma tarkibidagi temir, asosan, gematit holda yuklanadi.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  miqdorining barchasi temir sulfidi bilan pechda yuqori harorat ostida quyidagi reaksiya bo'yicha qaytariladi:



Magnetitgacha to'liq qaytarilib, quyidagi reaksiya ham ketishi mumkin:



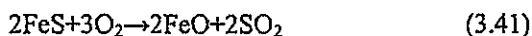
(3.40) reaksiya bo'yicha pechda  $7,3261 \text{ kg}$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  hosil bo'ladi. Bu reaksiya bo'yicha

$$7,3261 \cdot \frac{87,91}{7 \cdot 231,55} = 0,3973 \text{ kg FeS oksidlanadi va}$$

$$7,3261 \cdot \frac{10 \cdot 159,7}{7 \cdot 231,55} = 7,2183 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3 \text{ qaytariladi.}$$

Bu miqdor tarkibiga boyitma va fluslardagi gematitning umumiy miqdori kiradi. (3.40) reaksiya bo'yicha boyitmada tashqari boshqa manbalar (fluslar) 2,4163 kg Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qaytarilgan edi. Demak, unda SO<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

24,4439-0,3973=24,0466 kg FeS qoldig'i quyidagi reaksiyaga asosan oksidlanadi:



Hosil bo'lgan FeO miqdori:  $24,0466 \cdot \frac{71,85}{87,91} = 19,6536 \text{ kg}$  ga teng.

Oksidlanishga ketgan kislorod miqdori:

$$24,0466 \cdot \frac{3 \cdot 32}{2 \cdot 87,91} = 13,1297 \text{ kg.}$$

SO<sub>2</sub> miqdori:  $24,0466 \cdot \frac{64,12}{87,91} = 17,5391 \text{ kg.}$

CaO:

Boyitmada tashlanma toshqol tarkibiga 0,5742 kg CaO o'tadi.

SiO<sub>2</sub>:

Boyitmada tashlanma toshqol tarkibiga 4,851 kg SiO<sub>2</sub> o'tadi.

Hokazolar:

Jarayonga boyitma bilan 10,219kg ikkilamchi birikmalar hokazo sifatida kiritilgan edi. Shteyn bilan 2,2315kg hokazolar chiqadi.

Tashlanma toshqol tarkibiga esa 10,219-2,2315=7,9875kg hokazolar o'tadi.

Fluslarni hisoblash uchun avval asosiy toshqol hosil qiluvchilar orqali tashlanma toshqol tarkibi keltiriladi:

	kg	%
FeO	19,6536	78,3674
SiO <sub>2</sub>	4,851	9,3430
CaO	0,5742	2,2596
Jami:	25,0788	100,00

Fluslarni hisoblaganda toshqolning quyidagi tarkibi qabul qilinib, hisoblanadi: FeO – 38%, SiO<sub>2</sub> – 36%, CaO – 2%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–9,25% va hokazo, ya'ni SiO<sub>2</sub> miqdori 36%, unda hokazolar hisobga olinmaydi. Toshqolning asosini tashkil etuvchilar hisoblanib, SiO<sub>2</sub> miqdori 40%, FeO esa 45% deb qabul qilinadi. Flusli birikma sifatida quyidagi tarkibdagi kvarzli ruda qayta ishlash uchun pechga yuklanadi. SiO<sub>2</sub> – 73%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6%, CaO – 1%.

Tenglama tuzamiz: x – deb flus massa belgilansa, unda flusda kremnezem massasi – 0,73x bo'ladi. Toshqol tarkibida (0,73x+4,851) SiO<sub>2</sub> mavjud. Bundan:

$$\frac{FeO}{SiO_2} = \frac{19,6536}{0,73x + 4,851} = \frac{45}{40}$$

$$9 \cdot (0,73x + 4,851) = 8 \cdot 19,6536$$

$$6,57x = 113,5698$$

$$x = 17,2861 \text{ kg.}$$

Flusda 10% Fe gematit holida bo'ladi. Temirning miqdori:

$$0,1 \cdot 17,2816 = 1,72861 \text{ kg.}$$

Temirning bu miqdoriga to'g'ri keluvchi gematit miqdori:

$$1,72861 \cdot \frac{159,7}{111,7} = 2,4714 \text{ kg.}$$

(3.40) reaksiyaga asosan bu massadan 2,416kg Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> holiga qaytarildi. Qolgani esa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 2,4714–2,416=0,0554 kg.

Quyidagi reaksiya bo'yicha Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> oksidga qaytariladi:



$$\text{Hosil bo'luvchi Fe}_3\text{O}_4 \text{ miqdori: } 0,0554 \cdot \frac{2 \cdot 231,55}{3 \cdot 159,7} = 0,0535 \text{ kg.}$$

$$\text{Undan } 0,0535 \cdot \frac{0,5 \cdot 32}{7 \cdot 231,5} = 0,0012 \text{ kg O}_2 \text{ ajralib chiqadi.}$$

Tashlanma toshqol tarkibidagi magnetit miqdori:

$0,0554+5,3997=5,4316$  kg teng bo'ladi. 17,2861kg flus tarkibida quyidagilar mavjud:

	kg	%
SiO <sub>2</sub>	12,6188	73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,4714	14,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,0372	6
CaO	0,172861	1
hokazo	0,985839	5,7
hammasi	17,2861	100,00

### 3.3.5. Gazlarni hisoblash

Bizning hisobimizda kislorodli-mash'alli eritish pechi texnologik jarayonning oqova gazlari faqatgina SO<sub>2</sub> bilan ko'rsatilgan, chunki yuqorida ko'rsatilgan dissotsiatsiya va oksidlanish reaksiyalari bo'yicha hosil bo'ladi. (3.36) reaksiya bo'yicha S<sub>2</sub> hosil bo'ladi:

$$\frac{48,8926 \cdot 0,5 \cdot 64,12}{2 \cdot 183,51} = 4,2709 \text{ kg.}$$

$$(3.37) \text{ reaksiya bo'yicha } \frac{2,830 \cdot 2 \cdot 32,06}{4 \cdot 95,6} = 0,4745 \text{ kg S}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

$$(3.38) \text{ reaksiya bo'yicha } 27,1023 \cdot \frac{64,12}{2 \cdot 119,97} = 7,2426 \text{ kg S}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Hammasi bo'lib,  $4,2709+0,4745+7,2426=11,988$  kg S<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Elementar S<sub>2</sub> kislorod bilan oksidlanadi:



Ushbu reaksiya bo'yicha hisob davom ettiriladi:

$$11,988 \cdot \frac{2 \cdot 64,06}{64,12} = 23,9535 \text{ kg SO}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

$$11,988 \cdot \frac{64}{64,12} = 11,9655 \text{ kg O}_2 \text{ sarf bo'ladi.}$$

(3.37.1) reaksiya bo'yicha 0,0192kg SO<sub>2</sub>

(3.40) reaksiya bo'yicha 0,2895kg SO<sub>2</sub> va (3.41) reaksiya bo'yicha 17,5391 kg bo'lsa, jami 41,8013kg SO<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

Bizga ma'lumki, hosil bo'lgan gazsimon moddani kilogrammda emas, balki nm<sup>3</sup> ga aylantirish kerak. Unda:

$$41,8013 \cdot \frac{22,4}{64,06} = 14,6167 \text{ nm}^3 \text{ bo'ladi.}$$

(3.37.1) reaksiya bo'yicha 0,0143 kg O<sub>2</sub> (3.41) reaksiya bo'yicha 13,1297 kg O<sub>2</sub> va (3.43) reaksiya bo'yicha 11,9655 kg O<sub>2</sub> sarf bo'ladi.

(3.42) reaksiya bo'yicha esa 0,0012 kg O<sub>2</sub> ajralib chiqadi.

Hammasi bo'lib: 0,0143+13,1297+11,9655-0,0012=25,1083 kg

$$\text{Yoki } 25,1083 \cdot \frac{22,4}{32} = 17,5758 \text{ nm}^3 \text{ O}_2 \text{ sarf bo'ladi.}$$

Purkashda texnik kislorod 95% hajm hisobiga teng. Unda purkash hajmi 18,5029 nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>.

N<sub>2</sub> hajmi: 18,5029-17,5758=0,9271 nm<sup>3</sup>.

$$\text{N}_2 \text{ massasi: } 0,9271 \cdot \frac{28}{22,4} = 1,1588 \text{ kg.}$$

Purkash massasi: 25,1083+1,1588=26,2671 kg.

### 3.3.6. Jarayonning ashyolar tengligi

Bajarilgan hisoblar asosida texnologik jarayon hisobining yakuni bo'lgan jarayonning ashyolar tengligi bo'yicha 3.8-jadval tuziladi. Hisoblar kilogrammlarda olib borilgani uchun xatoliklar mavjud.

Hamma hisoblar bajarilgandan keyin ashyolar tengligi 1500 t/sutka shixta uchun kislorodli-mash'alli pech uchun hisoblanadi va 3.9-jadvalda keltiriladi.

### 3.4. KME pechining issiqlik tengligini hisoblash

100 kg boyitma uchun issiqlik tengligi alohida bosqichlarda hisoblanadi.

## 100 kg uchun KME rechidagi ashyolar tengligi

Birikmalar	Su	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hokazo	Jami
YUKLANDI									
Boyitma	19	31,04	32,7	1,4579	4,9	0,58	-	10,32221	100
Kvarsli fius	-	1,72861	-	0,74279	12,618	0,17286	1,037	0,985839	17,2861
Purkash	-	-	-	25,1083	-	-	-	1,1588	26,2671
Jami	19	32,76861	32,7	27,30899	17,518	0,75286	1,037	12,466739	143,5532
OLINDI									
Shteyn	18,43	13,3617	11,5194	0,5324	-	-	-	2,2315	46,075
Tashlanma toshqol	0,38	19,09651	0,0958	5,718511	17,469	0,74706	1,037	7,9875	52,53288
Chang	0,19	0,3104	0,327	0,014579	0,049	0,0058	-	0,103221	1,0
Gazlar va hokazo	-	-	20,7578	21,0435	-	-	-	2,144518	43,94582
Jami	19	32,76861	32,7	27,30899	17,518	0,75286	1,037	12,466739	143,5532

## 1500 t/sutka uchun KME rechidagi ashyolar tengligi

Birkmalar	Su	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hokazo	Jami
YUKLANDI									
Boyitma	243	396,98	418,21	18,64	62,67	7,42	-	132,01	1278,93
Kvarsli flus	-	22,11	-	9,5	161,38	2,21	13,26	12,61	221,07
Purkash	-	-	-	321,12	-	-	-	14,79	335,90
Jami	243	419,09	418,21	349,26	224,05	9,63	13,26	159,41	1835,90
OLINDI									
Shteyn	235,71	170,88	147,32	6,81	-	-	-	28,54	589,26
Tashlanma toshqol	4,86	244,24	1,23	73,13	223,42	9,56	13,26	102,15	671,85
Chang	2,43	3,97	4,18	0,19	0,63	0,07	-	1,32	12,79
Gazlar va hokazo	-	-	265,48	269,13	-	-	-	27,4	562,0
Jami	243	419,09	418,21	649,26	224,05	9,63	13,26	159,41	

### Qattiq holdagi shixtaning fizikaviy issiqligi

Qattiq holdagi shixta pechga normal haroratda, O'rta Osiyo mintaqalari uchun  $+25^{\circ}\text{C}$  haroratda yuklanadi, deb qabul qilinadi. Asosiy komponentlar:  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{SiO}_2$  bo'yicha shixtaning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi hisoblanadi.

Buning uchun bu birikmalarning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi ko'rsatkichlaridan foydalaniladi:

Miqdori,  $\text{kkal/kg}^{\circ}\text{C}$ :

$$C_{\text{CuS}} = C_{\text{CuFeS}_2} = 0,169$$

$$C_{\text{FeS}} = 0,202$$

$$C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,188$$

$$C_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,213$$

$$C_{\text{SiO}_2} = 0,217$$

Miqdori:

$$\text{CuFeS}_2 + \text{CuS} = 48,8926 + 2,830 = 51,7226 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS} = 26,8312 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,802 + 2,4714 = 7,2734 \text{ kg.}$$

$$\text{SiO}_2 = 4,851 + 12,6188 = 17,4698 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,0372 \text{ kg.}$$

$$C_{\text{son}}^{\text{yrt}} = \frac{\sum m_i \cdot c_i}{\sum m_i} = \frac{0,169 \cdot 51,7226 + 0,202 \cdot 26,8312 + 0,188 \cdot 7,2734 + 0,213 \cdot 1,0372 + 0,217 \cdot 17,4698}{51,7226 + 26,8312 + 7,2734 + 1,0372 + 17,4698} = 0,1873 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C.}$$

Qolgan birikmalarning solishtirma issiqlik sig'imi asosiy birikmalarining solishtirma issiqlik sig'imiga teng, deb qabul qilinadi.

Qattiq holdagi shixta yordamida beriluvchi issiqlik miqdori:

$$0,1873 \cdot 25 \cdot (100 + 17,2861) = 549,1921 \text{ kkal.}$$



### *Shteynning fizikaviy issiqligi*

Tashlanma toshqolning erish harorati isitilishini hisobga olib, tashlanma toshqol harorati  $1200^{\circ}\text{C}$  deb qabul qilinadi. Odatda shteyn harorati toshqol haroratidan  $50-70^{\circ}\text{C}$  pastroq. U  $1150^{\circ}\text{C}$  deb qabul qilinadi. Bunday haroratda tarkibida 40% mis bo'lgan shteynda 220 kkal/mol issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

Shteyn bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:  $220 \cdot 46,075 = 10136,5$  kkal.

### *Tashlanma toshqolning fizikaviy issiqligi*

Tashlanma toshqolning issiqlik miqdori issiqlik miqdorlar diagrammasi yordamida aniqlanadi. Asosiy toshqol hosil qiluvchilari 45% FeO va 40% SiO<sub>2</sub> tarkibida olingan toshqol uchun diagramma bo'yicha issiqlik miqdori 270 kkal/mol ekanligi topiladi. Shuningdek, toshqol tarkibida bo'lib, uning xossalariga ta'sirini o'tkazuvchi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> borligi sababli issiqlik miqdori 300 kkal/mol deb qabul qilinadi.

Tashlanma toshqol bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:

$$52,532381 \cdot 300 = 15759,714 \text{ kkal.}$$

### *Changning fizikaviy issiqligi*

Tashlanma toshqol harorati  $1200^{\circ}\text{C}$  ga teng. Bundan kelib chiqib aytish mumkinki, pechning mo'risidan chiqib ketuvchi oqova gazlarning harorati chiqib ketuvchi gazlar haroratiga teng. Chang miqdori uncha katta bo'lmagani uchun u bilan olib ketuvchi issiqlik miqdori boshqa mahsulotlar bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdoriga nisbatan kam, shuning uchun alohida birikmalar bo'yicha changning o'rtacha issiqlik sig'imini hisoblashning hojati yo'q. U  $0,2 \text{ kkal/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$  deb qabul qilinadi. Chang bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:  $0,2 \cdot 1 \cdot 1300 = 260$  kkal

### *Chiqib ketuvchi gazlar SO<sub>2</sub> va N<sub>2</sub> issiqligi*

Chiqib ketuvchi gaz – SO<sub>2</sub> hajmi  $14,6167 \text{ nm}^3$  ga teng. Gaz harorati  $1300^{\circ}\text{C}$ . Bu haroratda N<sub>2</sub> issiqlik sig'imi  $0,34 \text{ kkal/nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi.

$$\text{SO}_2: 14,6167 \cdot 1300 \cdot 0,55 = 10450,94 \text{ kkal.}$$

N<sub>2</sub> gazi bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$0,34 \cdot 1300 \cdot 0,9271 = 409,7782 \text{ kkal.}$$

Barcha oqova gazlar bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:

$$10450,94 + 409,7782 = 10860,7182 \text{ kkal.}$$

### *Purkash mobaynidagi fizikaviy issiqlik*

Purkash miqdori  $18,5029 \text{ nm}^3$   $25^{\circ}\text{C}$  da kislorodning o'rtacha issiqlik sig'imi  $0,313 \text{ kkal/nm}^3$   $^{\circ}\text{C}$ . Purkash mobaynida beriluvchi issiqlik miqdori:  $25 \cdot 0,313 \cdot 18,5029 = 144,7852 \text{ kkal.}$

### *Ekzotermik va endotermik reaksiyalar issiqligi*

Ekzotermik va endotermik reaksiyalarning issiqlik samaralari Gess qonuni bo'yicha alohida komponentlarning issiqlik hosil bo'lish ko'rsatkichlari asosida hisoblanadi.



Reaksiya komponentlari hosil qilgan issiqlik, kkal/mol:

$$\text{CuFeS}_2 = 40940; \text{Cu}_2\text{S} = 19000, \text{FeS} = 22720, \text{S}_2 = -30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi aniqlanadi:

$$Q = (19000 + 2 \cdot 22720 + 0,5 \cdot (-30840)) - 2 \cdot 40940 = -32860 \text{ kkal.}$$

48,8926 kg  $\text{CuFeS}_2$  dissotsiyalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf

$$\text{bo'luvchi issiqlik: } -32860 \cdot \frac{48,8926}{183,51} = -8754,8951 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlari hosil qilgan issiqlik, kkal/mol:

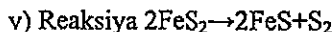
$$\text{CuS} = 11600; 116, \text{Cu}_2\text{S} = 19000; \text{S}_2 = -30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q = 2 \cdot 19000 - 30840 - 4 \cdot 11600 = -39240 \text{ kkal.}$$

2,830 kg CuS dissotsiyalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi

$$\text{issiqlik: } -39240 \cdot \frac{2,830}{95,6} = -1161,6025 \text{ kkal.}$$

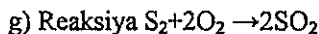


Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol:

$$\text{FeS}_2=42520; \text{FeS}=22720; \text{S}_2=-30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

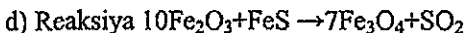
$$Q=(2 \cdot 22720 - 30840) - 2 \cdot 42520 = -70440 \text{ kkal.}$$
$$-70440 \cdot \frac{27,1023}{119,97} = -15913,028 \text{ kkal.}$$



(3.36), (3.37), (3.38) reaksiyalar bo'yicha 11,988 kg  $\text{S}_2$  ajralib chiqadi.  
Reaksiyaning issiqlik samarasi 70960 kkal.

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$-2 \cdot 70960 \cdot \frac{11,988}{64,12} = -26533,638 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol:

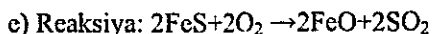
$$\text{Fe}_2\text{O}_3=196500; \text{FeS}=22720; \text{Fe}_3\text{O}_4=267000; \text{SO}_2=70960$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=7 \cdot 267000 + 70960 - (10 \cdot 196500 - 22720) = -47760 \text{ kkal.}$$

Oksidlangan FeS miqdori - 0,3973 kg. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$-47760 \cdot \frac{0,3973}{87,91} = -215,8463 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlari hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol:

$$\text{FeS}=22720, \text{FeO}=63700, \text{SO}_2=70960.$$

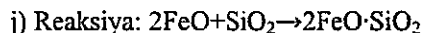
Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=2 \cdot 63700+2 \cdot 70960-2 \cdot 22720=294840 \text{ kkal.}$$

Oksidlanuvchi FeS miqdori 24,0466 kg.

Reaksiya bo'yicha sarflanuvchi issiqlik miqdori:

$$294840 \cdot \frac{24,0466}{2 \cdot 87,91} = 40324,76 \text{ kkal.}$$



Tashlanma toshqolning barcha FeO fayalit bilan, ya'ni  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$  birikmada bog'langan deb hisoblanadi. Kislrorodli-mash'alli eritish pechida  $\text{SiO}_2$  bilan bog'lanuvchi FeO miqdori 19,6536 kg. Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol:  $\text{SiO}_2=205400$ ,  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2=343700$ ,  $\text{FeO}=63700$ .

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=343700-(2 \cdot 63700+205400)=10900 \text{ kkal.}$$

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$10900 \cdot \frac{19,6536}{2 \cdot 71,85} = 1490,7741 \text{ kkal.}$$

Endotermik reaksiyalar natijasida yutilgan issiqlikning umumiy miqdori:

$$8754,8951+1161,6025+15913,028+215,8463=26045,371 \text{ kkal.}$$

Ekzotermik reaksiyalar natijasida ajralgan issiqlikning umumiy miqdori:

$$26533,638+40324,76+1490,7741=68349,172 \text{ kkal.}$$

Issiqlik tengligining hisoblangan qismlari asosida pechning issiqlik tengligi ko'rsatkichlari 3.10-jadvalda ko'rsatilgan.

## 100 kg boyinmaga ishlov berish mobaynidagi KME pechining issiqlik tengligi

№	Issiqlik kelishi	kcal	%	№	Issiqlik sarfi	Kkal
1	Qattiq shixtadagi xomashyoning fizikaviy issiqligi	549,1921	0,795	1	Shteynning fizikaviy issiqligi	10136,5
2	Purkash mobaynidagi fizikaviy issiqlik	144,7852	0,21	2	Tashlamma toshqolning fizikaviy issiqligi	15759,714
3	Ekzotermik reaksiyalar issiqligi	68349,172	98,995	3	Changning fizikaviy issiqligi	260
				4	Chiqib ketuvchi gazlar issiqligi	10860,718
				5	Endotermik reaksiyalar issiqligi	26045,371
				6	Nur sochilishi va boshqa yo'qotishlar issiqligi	5980,846
	Jami	69043,132	100		Jami	69043,149
						100

## SUYUQ VANNADA ERITISH JARAYONI

## 4.1. Vanyukov pechi

So'nggi yillarda og'ir sanoatda, ayniqsa, rangli metallurgiyada avtogen jarayonlar keng qo'llanilmoqda. Avtogen jarayon deb, qisman tashqaridan yoqilg'isi 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.

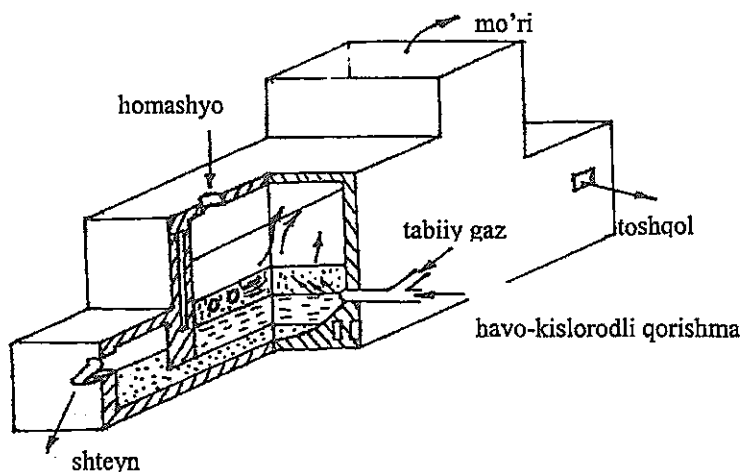
Avvaliga sinov bir necha bora Ryazan tajriba zavodi pechida o'tkazilib, yaxshi natija bergach, 1986-yili Norilsk kon-metallurgiya kombinatida to'la sinovdan o'tkazildi. Har tomonlama yaxshi natijalar olingach, uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari nafaqat o'sha paytda sobiq Ittifoq sanoatida ishlab 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, o‘tmishdagi pirometallurgiya pechlarining mukammal takomillashgan bir ko‘rinishi, desak mubolag‘a bo‘lmaydi. Pechning shaxtasi to‘g‘ri burchakli bo‘lib, orasida suv o‘tib turishiga mo‘ljallangan mis plitalari o‘rnatilgan. Ana shu suv sovutkichlari yonidan doimiy kislorodli havo furma orqali yon tomonidan purkab turiladi. Havo purkalgan suyuq vannaga yuqoridan har xil hajmdagi qumoq shixta yuklab turiladi. Furmaning pastki qism bo‘limida eritmadan toshqol va shteyn ajralib, har ikkala tomonidan o‘rnatilgan sifonlar orqali hosil bo‘lgan mahsulot pechdan tinimsiz chiqarib turiladi.

4.1-rasmda ko‘rsatilganidek, pechning asosiy qulayligi har ikkala yon tomonidan kislorodning to‘g‘ri shixta tushayotgan eritma ostidan purkalanishidir. Bu ustki va ostki purkalanish jarayonlariga qaraganda ancha qulay va issiqlik massa almashinuviga o‘z ta‘sirini yuqori me‘yorda ko‘rsatadi. 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 to‘qnashishiga, buning natijasida zarralarning yiriklashuviga olib keladi. Eritmada jarayon qanday holatda ro‘y berishidan qat’i nazar (harakat, toshqol qovushqoqligi va hokazo), kattalashgan shteyn zarralari pechning tubiga, shteyn fazasiga cho‘kadi [19].



4.1-rasm. Vanyukov pechi

Sulfidli shixta tarkibidagi kvarsli flus toshqolda tez eriydi, toshqolning hosil bo'lish 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 kislotaga olishga mo'ljallangan sulfid va sulfat angidridli texnologik gaz olish mumkin [20].

Vanyukov pechida har qanday misli mahsulotlar yoki ashyolarni eritib, undan misga boy shteyn olish mumkin. Shuning uchun ham ushbu riso-laning 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.

#### 4.1.1. Suyuq vannada eritish jarayoni (VP)

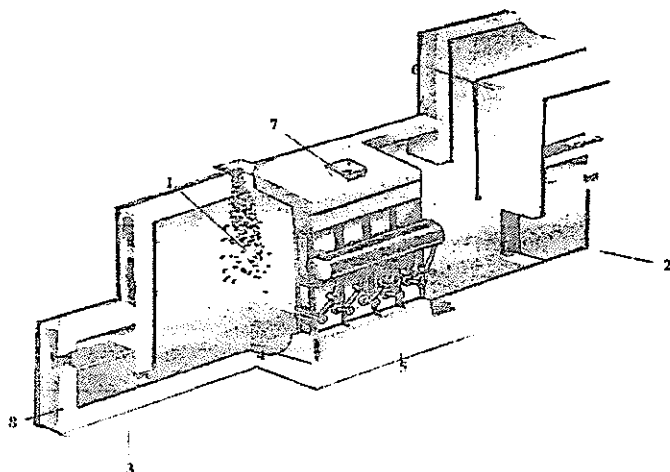
Zamonaviy, yuqori samaradorli avtogen jarayonlardan biri – suyuq vannada sulfid mis boyitmasini eritishdir. Jarayonning avvalgi nomi PJV (Suyuq vannada eritish), Moskva texnologik universitetining (ilgarigi Moskva po'lat qotishmalar instituti) "Og'ir rangli metallar metallurgiyasi" kafedrasi mudiri professor A.V.Vanyukov tomonidan 1951-yil mualliflik guvoohnomasi 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 kesson-langan 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 4.2-rasmda keltirilgan.



4.2-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 sovuqtilib, changdan tozalanib, sulfat kislotasi olishga yuboriladi. "Norilsk - Nikel" OAJ va "Balxash mis" sanoat birlashmasi kombinatlarida ishlab turgan pechlarning texnik-iqtisodiy tavsiflari 4.1-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.

#### 4.1-jadval

#### Vanyukov pechining ayrim texnik ko'rsatkichlari

№		Norilsk	Balxash
1.	Xomashyo bo'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.	1t boyitma uchun kislorodning sarfi, m <sup>3</sup>	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 <sub>2</sub> ning gazdagi miqdori, %	20-35	24-30
11.	Gazning changlik darajasi, g/m <sup>3</sup>	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'mida 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. 4.2-jadvalda 100 kg xomashyo uchun Vanyukov pechining issiqlik balansi keltirilgan.

Issiqlikning katta hajmi oltingugurti 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.

#### 4.2-jadval

##### 100 kg xomashyo uchun Vanyukov pechining issiqlik balansi

№	Kirish	mDj	%	№	Chiqish	mDj	%
1	Uglerodning yonishi	51,4	18,7	1	Yuqori sulfidlar-ning ajralishi	31,8	11,6
2	S ni SO <sub>2</sub> ga yonishi	82,6	30,0	2	Gaz SO <sub>2</sub> shaklidagi oltingugurtning paydo bo'lishi	34,4	12,5
3	FeS ni FeO ga oksidlani-shi	115,4	42,0	3	CaCO <sub>3</sub> ning ajra-lishi	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'li-shi	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 parchala-nishi	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 foy-dalanish, texnik kislorodni ishlatish va xomashyoni eritmaning ustiga yuklash ishlab chiqarish unumdorligini 100–150 t/m<sup>2</sup> 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-oksidi 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'rni to'liq qo'llanilishi mumkin, desak hech ham mubolag'a bo'lmaydi.

## 4.2. Vanyukov pechi uchun ashyo tengligini hisoblash

### 4.2.1. Klinkerning ratsional tarkibini va qaytar chang tarkibini hisoblash

Bugungi kunda barcha rux zavodidagi ruxli kekni qayta ishlash quvur-simon aylanma pechlarda olib borilishi ulardan chiqayotgan klinker miqdorining ortib ketishiga olib kelmoqda. Rux zavodi klinkerlari mis eritish zavodlari uchun asosiy xomashyolardan biri bo'lib qolmoqda. Uning tarkibidagi misning o'rtaicha 4-5 % da bo'lishi, kumushning, ayrim klinkerda oltinning ham 1-3 g/t da bo'lishi har tomonlama iqtisodiy samara bermoqda. Aynan Olmaliq mis eritish zavodida ham 1985-yilda boshlangan ilmiy tadqiqot ishlari natijasida bugungi kunda klinkersiz birorta eritish pechi ishlamaydi. Shuning uchun ham Vanyukov pechi ashyo tengligini hisoblayotgan bir paytda klinkerning ratsional tarkibini hisoblashga alohida e'tibor berib, ushbu bo'limni kiritishga harakat qilindi.

Klinkerning ratsional tarkibini hisoblash uchun qabul qilingan ashyoning kimyoviy tarkibi quyidagicha: 4,3%-Cu; 1,7%-Zn; 0,8%-Pb; 27,5%-Fe; 4,7%-S; 27%-C; 4,7%-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,3%-CaO; 17,5%-SiO<sub>2</sub>; 6,5% - hokazo.

Klinker tarkibidagi asosiy minerallarni quyidagi holatda bo'lishi mumkin, deb qabul qilsa bo'ladi: mis-Cu<sub>2</sub>S; rux massasining 70% ZnS va qolgan 30% ZnO ko'rinishda, qo'rg'oshinning 40% Pb va qolgan 60% PbS ko'rinishda, temirning 60% Fe, qolgan esa FeS va FeO ko'rinishlarda.

Klinkerning ratsional tarkibini aniqlash III bo'limda ko'rsatilgan usullar bilan hisoblanadi. Hisobdan olingan natijalar 4.3-jadvalda o'z ifodasini topgan.

### *Qaytar changning tarkibi va miqdori*

Olmalıq mis zavodi sharoitida changning chiqishi 1 % ga teng deb olinsa, klinkerning tarkibidagi barcha komponentlarning mexanik usul bilan chiqishi uning boshlang'ich tarkibiga proporsional, 30%gacha uglerod changlari so'rdiriluvchi havo bilan CO<sub>2</sub> ko'rinishga kelguncha oksidlanadi, 80% yirik chang qaytar mahsulotdir, 20% esa jarayonga qaytarilmagan holda yirik qismi ochiq havoga yoki chiqindi sifatida pechdan chiqib ketadi.

### *Yirik changning tarkibi*

Kimyoviy tarkibi quyidagicha, *kg* hisobida: Cu - 0,043; Zn - 0,017; Pb - 0,008; Fe - 0,275; S - 0,047; O<sub>2</sub> - 0,021; C - 0,270; SiO<sub>2</sub> - 0,175; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,047; CaO - 0,053; hokazo - 0,065.

Barcha qabul qilingan birikmalarni qo'shib chiqsak, jami 1,00 *kg* bo'ladi. Uning ratsional tarkibi, *kg*: Cu<sub>2</sub>S-0,054; ZnS-0,018; ZnO-0,06; Fe-0,165; FeS-0,065; FeO-0,088; SiO<sub>2</sub>-0,175; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 0,047; CaO-0,053; C-0,270; Pb<sup>0</sup>-0,003; PbS - 0,006; hokazo-0,050. Yirik chang tarkibidagi barcha minerallarning qo'shilgan jami ratsional tarkibi 1*kg* bo'ladi.

Changdan 27·0,01·0,3=0,081 *kg* uglerod oksidlanadi va undan

$$\text{oksidlanishi } \frac{C}{12} + \frac{O_2}{32} = \frac{CO_2}{44} \quad \text{natijasida}$$

$$\frac{0,081 \cdot 44}{12} = 0,297 \text{ kg SO}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Uglerodning yonishidan so'ng 1,00 - 0,081 = 0,919*kg* yirik chang qoladi.

## Klinkerning ratsional tarkibi

Birikmalar	Su	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	C	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Hoka	Jami
Cu <sub>2</sub> S	4,3				1,68							5,982
ZnS		1,1			0,58							1,772
ZnO		0,5				0,125						0,635
Pb°			0,32									0,32
PbS			0,48		0,07							0,554
Fe°				16,5								16,5
FeS				4,126,878	2,362							6,484
FeO						1,97						8,848
SiO <sub>2</sub>								17,5				17,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									4,7			4,7
CaO										5,3		5,3
C							27,0					27,0
Hokazo											4,405	4,405
Jami	4,3	1,7	0,8	27,5	4,7	2,095	27,0	17,5	4,7	5,3	4,405	100,0

Qaytar chang qorishmasidagi klinkerning tarkibi va miqdori

Birikmalar	Su	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	C	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Hokazo	Jami	
												kg	%
Cu <sub>2</sub> S	4,29				1,672							5,962	5,973
ZnS		1,18			0,572							1,752	1,755
ZnO		0,5				0,115						0,615	0,616
Pb <sup>o</sup>			0,31									0,31	0,31
PbS			0,47		0,064							0,534	0,535
Fe <sup>o</sup>				16,49								16,49	16,521
FeS				4,112	2,352							6,464	6,476
FeO				6,868		1,96						8,828	8,845
SiO <sub>2</sub>								17,49				17,49	17,523
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									4,69			4,69	4,699
CaO										5,29		5,29	5,3
C							26,99					26,99	27,042
Hokazo											4,395	4,395	4,404
Jami, kg, %	4,29	1,68	0,78	27,47	4,66	2,075	26,99	17,49	4,69	5,29	4,395	99,81	
	4,298	1,68	0,781	27,52	4,669	2,079	27,04	17,523	4,699	5,3	4,404		100

## Qaytar changning tarkibi

Kimyoviy tarkibi: Cu – 0,0344; Zn – 0,0136; Fe – 0,22; SiO<sub>2</sub>–0,14; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>– 0,0376; CaO – 0,0424; C – 0,151; Pb – 0,0064; O<sub>2</sub> – 0,0168; hokazo– 0,04. Jami 0,7352 kg bo'ladi.

Vositasiz erish jarayonida shixta, asosan, dastlabki boyitmadan (0,1% changni qo'shmaganda) va qaytar changdan tarkib topgan (4.4-jadval) bo'ladi. Pechga keluvchi shixta tarkibi amalda klinkerning ratsional tarkibidan farq qilmaydi (4.3-jadvalga qarang). Bu Vanyukov pechi jarayoniga kelmaydigan (umumiy barcha changdan 20% gina) yo'qotishdir.

### 4.2.2. Shteynning miqdori va tarkibini hisoblash

Sanoatda tajriba sinovlari shuni ko'rsatdiki, klinker asosida shixtani har xil tarkibdagi misli shteyn olish uchun qayta ishlash dastlabki xomashyoning miqdoriga bog'liq. Shteyndagi mis tarkibining o'zgarishi uning boshlang'ich tarkibidagi qisqartirish darajasi 8...10 barobar kattalikdan ortmasligi kerak. Aksincha, misning toshqol bilan pechdan chiqib ketib yo'qolishi anchaga oshib ketadi. Hisobni to'g'ri va qulay olib borish uchun metallurgiya sanoatidagi ayrim ko'rsatkichlar quyidagicha qabul qilinadi:

- misning shteyndagi miqdori – 35,0%;
  - misning shteynga ajralishi – 98,0%;
  - ruxning shteynga ajralishi – 3,0%;
  - qo'rg'oshinning shteynga ajralishi – 30,0%;
  - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ko'rinishda kislorodning shteyndagi miqdori – 4,1%;
  - hokazolarning shteyndagi miqdori – 0,6 %.
- Rux va qo'rg'oshin shteynda ZnS va PbS ko'rinishda bo'ladi.

$$\text{Shteyn miqdori: } 4,29 \cdot \frac{0,98}{0,35} = 12,012 \text{ kg.}$$

### Shteynning tarkibini hisoblash

1. Bizga yaxshi ma'lumki, shteyn tarkibida mis asosan Cu<sub>2</sub>S sun'iy mineral holida bo'ladi.

$$\text{Cu}_2\text{S miqdori: } \frac{4,29 \cdot 0,98}{0,35} = 12,012 \text{ kg.}$$



Shteyndagi mis  $12,012 \cdot 0,35 = 4,2042 \text{ kg}$ .

$\text{Cu}_2\text{S}$  miqdori:  $4,2042 \cdot \frac{159,14}{127,08} = 5,2648 \text{ kg}$ .

Qolgani  $5,2648 - 4,2042 = 1,0606 \text{ kg}$  oltingugurt (S)

2. ZnS. Shteyndagi rux  $1,68 \cdot 0,03 = 0,0504 \text{ kg}$ .

ZnS miqdori:  $\frac{0,0504 \cdot 97,43}{65,37} = 0,0751 \text{ kg}$ .

(0,0504 kg Zn; 0,0247 kg S)

3. PbS. Shteyndagi qo'rg'oshin  $0,78 \cdot 0,3 = 0,234 \text{ kg}$ .

PbS miqdori:  $\frac{0,234 \cdot 239,25}{207,19} = 0,2702 \text{ kg}$ .

(0,234 kg Pb; 0,0362 kg S)

4.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Shteyndagi magnetitning tarkibidagi kislorod:

$12,012 \cdot 0,041 = 0,4925 \text{ kg}$ .

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori:  $0,4925 \cdot \frac{231,55}{64} = 1,7818 \text{ kg}$ .

(1,2893 kg Fe; 0,4925 kg  $\text{O}_2$ )

5. Hokazolar:  $12,012 - 0,006 = 0,072 \text{ kg}$ .

6. FeS:  $12,012 - 0,0751 - 5,2648 - 0,2702 - 1,7818 - 0,072 = 4,5481 \text{ kg}$ .  
(2,8894 kg Fe; 1,6587 kg S).

Hisoblash natijalari 4.5-jadvalga kiritilgan.

## Konverter toshqoli tarkibidagi shteyn tarkibi va miqdori

Birikmalar	Cu	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	Hokazo	Jami	
								kg	%
Cu <sub>2</sub> S	4,2042				1,0606			5,2648	43,83
ZnS		0,0504			0,0247			0,0751	0,625
PbS			0,234		0,0362			0,2702	2,25
FeS				2,9	1,6587			4,5481	37,863
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				1,288		0,4925		1,7818	14,83
Hokazo							0,072	0,072	0,602
Jami	kg	4,2042	0,234	4,1787	2,7802	0,4925	0,072	12,012	
	%	35	0,419	34,787	23,17	4,1	0,576		100

#### 4.2.3. Konverter toshqolining miqdori va tarkibini hisoblash

Tarkibida 33% misi bo'lgan shteyn konverterda qayta ishlanadi va hosil bo'lgan konverter toshqoli eritish pechiga qayta mis olish uchun qaytariladi. Konverter toshqolining tarkibi quyidagicha qabul qilinadi: 2,5% – Cu; 26% – SiO<sub>2</sub>; 50% – Fe; 1,3% – S; 1,8% – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,8% – CaO; 15,2% – O<sub>2</sub>; 2,4% – hokazo.

Shteynni konverterlaganda 70% Pb oqova gaz qismiga va tugallanmagan metall holiga o'tadi, 30% Pb – toshqolga, 50% Zn va 50% hokazolar toshqolga, ikkinchi yarmi esa gazli fazaga va tozalanmagan metall holiga o'tadi (4.5-jadval).

##### *Toshqolning miqdorini hisoblash*

Sanoat miqyosidagi amaliy tahlilni e'tiborga olib, shteyn tarkibidagi barcha temir konverter toshqoliga o'tadi, deb qabul qilinadi, bunda toshqol miqdori:

$$\frac{4,18}{0,5} = 8,36 \text{ kg kelib chiqadi.}$$

Konverter toshqoli tarkibidagi oltingugurt Cu<sub>2</sub>S va FeS birikmalariga bog'langan, rux va qo'rg'oshin ZnO va PbO ko'rinishida, qolgan kislorod Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> va FeO oksidlari ko'rinishida bo'ladi, deb qabul qilinadi.

Eritish mobaynida konverter toshqolidagi misdan 85% mis eritish pechidan shteyn tarkibiga ajratiladi, deb qabul qilinsa, unda konverter toshqolidan olinuvchi shteyn miqdori:

$$\frac{8,36 \cdot 0,025 \cdot 0,85}{0,35} = 0,5076 \text{ kg ga teng bo'ladi, } 0,5076 \text{ kg shteyndan}$$

quyidagicha konverter toshqolining miqdori:

$$\frac{0,5076 \cdot 0,348}{0,5} = 0,3533 \text{ kg kelib chiqadi.}$$

Unda 0,3533 kg toshqoldan shteynning miqdori:

$$\frac{0,3533 \cdot 0,025 \cdot 0,85}{0,35} = 0,0214 \text{ kg bo'lsa, } 0,0214 \text{ kg shteyndan}$$

$$\text{toshqolning miqdori: } 0,0214 \cdot \frac{0,348}{0,5} = 0,0149 \text{ kg ga teng bo'ladi.}$$

Demak, shteynning umumiy miqdori:

$$12,012 - (0,5076 - 0,0214) = 12,541 \text{ kg.}$$

Unda konverter toshqolining umumiy miqdori:

$$8,36+(0,3533+0,0149) = 8,7282 \text{ kg ga teng.}$$

Konverter toshqolidan ajraluvchi shteyn tarkibi shixtadan olinuvchi shteyn tarkibiga to'g'ri keladi, deb qabul qilinadi.

Hisoblash natijasida olingan birikmalar miqdori va shteyn tarkibi 4.6-jadvalga kiritiladi. Konverter toshqolidan olingan shteynni o'zida mujassamlantiruvchi shteyn tarkibi oldingi hisoblangan shteyn tarkibidan bir qancha farq qiladi.

### *Konverter toshqolining ratsional tarkibini hisoblash*

Konverter toshqoli tarkibiga kiruvchi kimyoviy birikmalar quyidagilardir:

$$\text{Fe: } 8,7282 \cdot 0,5 = 4,3641 \text{ kg.}$$

$$\text{Cu: } 8,7282 \cdot 0,025 = 0,2182 \text{ kg.}$$

$$\text{SiO}_2: 8,7282 \cdot 0,26 = 2,2693 \text{ kg.}$$

$$\text{S: } 8,7282 \cdot 0,013 = 0,1135 \text{ kg.}$$

$$\text{O}_2: 8,7282 \cdot 0,152 = 1,3267 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 8,7282 \cdot 0,018 = 0,1571 \text{ kg.}$$

$$\text{CaO: } 8,7282 \cdot 0,008 = 0,0698 \text{ kg.}$$

$$\text{va hokazolar: } 8,7282 \cdot 0,024 = 0,2095 \text{ kg.}$$

0,2095 kg hokazolar tarkibiga quyidagilar kiradi:

$$\text{Pb: } 0,245 \cdot 0,3 = 0,0735 \text{ kg.}$$

$$\text{Zn: } 0,052 \cdot 0,5 = 0,026 \text{ kg.}$$

Qolgan hokazolar ushbu miqdorni tashkil qiladi:

$$0,2095 - (0,0735 - 0,026) = 0,11 \text{ kg.}$$

### *Konverter toshqolining ratsional tarkibi*

$$1. \text{ Cu}_2\text{S: } 0,2182 \cdot \frac{159,14}{127,08} = 0,2732 \text{ kg (0,2182 kg Cu; 0,055 kg S).}$$

2. FeS: bu birikmalar  $0,1135 - 0,055 = 0,0585$  kg oltingugurt bog'langan, bundan:

## Shteyn tarkibi va miqdori

Birikmalar	Cu	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	Hokazo	Jami	
								kg	%
Cu <sub>2</sub> S	4,3894				1,1074			5,4980	43,83
ZnS		0,052			0,0264			0,0784	0,625
PbS			0,234		0,0484			0,2824	2,25
FeS				3,0022	1,7452			4,7495	37,863
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				1,3598		0,5		1,8602	14,83
Hokazo							0,0755	0,0755	0,602
Jami	kg	4,3894	0,234	4,3620	2,9181	0,5		12,541	
	%	35,0004	1,9456	34,7819	23,2685	3,9869	0,6021		100

$$\text{FeS miqdori: } 0,0585 \cdot \frac{87,91}{32,06} = 0,1604 \text{ kg (0,1019 kg Fe; 0,0585 kg S).}$$

$$3. \text{ ZnO: } 0,026 \cdot \frac{81,37}{65,37} = 0,0323 \text{ kg (0,026 kg Zn; 0,0063 kg O}_2\text{).}$$

$$4. \text{ PbO: } 0,0735 \cdot \frac{223,19}{0,0792} = 00792 \text{ kg (0,0735 kg Pb; 0,0057 kg O}_2\text{).}$$

5. FeO va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – bu birikmalarning miqdorini quyidagicha hisoblab topish mumkin: FeO va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> oksidlardagi Fe miqdori, konverter toshqoli tarkibidagi umumiy temir, temir sulfidi (FeS) tarkibidagi temir miqdorining ayirmasiga 4,3641–0,1019=4,2622 kg ga teng bo‘ladi.

4,2622 kg temir bilan bog‘langan kislorod miqdori

1,3267–(0,0063+0,0057)=1,3147kg FeO bilan x kg kislorod bog‘langan deb, (1,3147-x) kg esa Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> bilan bog‘langan, deb qabul qilinadi, unda:

Temir FeO tarkibida Fe  $\frac{55,85 \cdot x}{16}$  kg va temir Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tarkibida

$$4,2622 \cdot \frac{55,85 \cdot x}{16} \text{ kg Fe bo‘ladi.}$$

Unda Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> bo‘yicha tenglik tenglamasi tuziladi:

$$\begin{array}{r} 167 \\ 64 \\ 55,85 \cdot x \\ 4,2622 - \frac{16}{16} \quad (1,3147-x) \\ 272,7880 - 223,4x = 220,2779 - 167,55x \\ 55,85x = 52,5101 \\ x = 0,9402 \text{ kg, ya'ni} \end{array}$$

Kislorod FeO tarkibida - 0,9402 kg

Kislorod Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tarkibida - 1,3147–0,9402=0,3745 kg.

$$\text{Temir FeO tarkibida } \frac{55,85 \cdot 0,9402}{16} = 3,2819 \text{ kg.}$$

Temir Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tarkibida - 4,2622–3,2819=0,9803 kg bo‘lsa, natijada toshqol eritmasi tarkibida

$$\text{FeO} - 3,2819 + 0,9402 = 4,2221 \text{ kg.}$$

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>–0,9803+0,3745=1,3548 kg kelib chiqadi.

Konverter toshqolining hisoblash natijalari 4.7-jadvalga kiritiladi.

## Konverter toshqoli tarkibi va miqdori

Birikmalar	Cu	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Hokazo	Jami	
											kg	%
Cu <sub>2</sub> S	0,2182				0,055						0,2732	3
ZnS		0,026				0,0063					0,0323	0,3
PbS			0,0735			0,0057					0,0792	0,9
FeS				0,1019	0,0585						0,1604	1,8
FeO				3,2819		0,9402					4,2221	48,3
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				0,9803		0,3745					1,3548	15
SiO <sub>2</sub>							2,2693				2,2693	25,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								0,1571			0,1571	1,7
CaO									0,0698		0,0698	0,7
Hokazo										0,2095	0,2095	2,4
Jami	kg	0,2182	0,026	0,0735	4,364	0,1135	1,3267	2,2693	0,1571	0,0698	0,2095	8,7282
	%	2,4	0,2	0,8	50	1,0	15	25,9	1,7	0,7	2,4	100

#### 4.2.4. Tashlanma toshqol tarkibi va miqdorini hisoblash

Sanoat miqyosidagi sinov tajribalari shuni ko'rsatadiki, klinker tarkibida katta miqdorda erkin holda qolgan uglerod (32%) bo'lganligi sababli ZnO qaytariladi va haydaladi.

Shixtadagi barcha ruxning ma'lum kattaligi 21,0–3,0 % ni tashkil etadi. Shteyn tarkibiga esa 3,0% Zn o'tadi, bundan umumiy qilib olganda, barcha ruxning toshqol tarkibiga o'tishi 74...76% gacha bo'ladi.

Sanoatda eritish tajribasi bo'yicha umumiy olganda, qo'rg'oshin taqsimlanishi quyidagicha bo'ladi: gaz holatida haydalishi 17...21,0% shteynga ...30,0%gacha, toshqolga 49...53,0% gacha o'tadi. Toshqolda oltingugurt miqdori 0,8...1,4% oraliqda bo'ladi, FeO tarkibida 6...12% temir bog'langan bo'ladi. Hisoblash uchun quyidagilar qabul qilinadi: shixtadan 75% rux va 51% qo'rg'oshin toshqolga, 22% rux va 19% qo'rg'oshin gaz holiga o'tadi. Toshqol tarkibidagi komponentlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi: 25% rux ZnS ko'rinishda, 75% rux ZnO ko'rinishda, 10% temir Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ko'rinishda, 4% temir FeS holida, qolgan 86% FeO holida, qo'rg'oshin PbO ko'rinishda, mis Su<sub>2</sub>S ko'rinishda, oltingugurt Su<sub>2</sub>S, ZnS, FeS gaz holida bo'ladi.

Konverter toshqolining tarkibidagi barcha birikmalarni hisobga olib, tashlanma toshqol tarkibi keltirib chiqariladi:

$$\text{Cu} - (4,29+0,2182) - 4,3894=0,1188 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe} - (27,47+4,3641) - 4,362=27,4721 \text{ kg.}$$

$$\text{Zn} - 1,68 \cdot 0,75 + 0,026 = 1,286 \text{ kg.}$$

$$\text{Pb} - 0,78 \cdot 0,51 + 0,735 = 0,4713 \text{ kg.}$$

$$\text{SiO}_2 - 17,49 + 2,2693 = 19,7593 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 4,69 + 0,1571 = 4,8471 \text{ kg.}$$

$$\text{CaO} - 5,29 + 0,0698 = 5,3598 \text{ kg.}$$

$$\text{hokazo} - 4,395 + 0,2095 = 4,6045 \text{ kg.}$$

$$\text{Jami: } 63,9189 \text{ kg.}$$

Klinker asosidagi shixtalarni eritish mobaynida hokazolarga kiruvchi barcha komponentlar butunlay tashlanma toshqol tarkibiga o'tadi.



### *Toshqolning ratsional tarkibini hisoblash*

Mis, rux, temir bilan bog'langan oltingugurt va kislorod miqdori hisoblanadi.

$$1. \text{ Oltingugurt: } \text{Cu}_2\text{S tarkibida } \frac{0,1188 \cdot 32,06}{127,08} = 0,0299 \text{ kg.}$$

$$\text{ZnS tarkibida } \frac{1,286 \cdot 0,25 \cdot 32,06}{65,37} = 0,1576 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS tarkibida } \frac{27,4721 \cdot 0,04 \cdot 32,06}{55,85} = 0,6308 \text{ kg.}$$

Jami: oltingugurt  $0,0299+0,1576+0,6308=0,8183$  kg ga teng.

2. Kislorod:

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ tarkibida } \frac{27,4721 \cdot 0,1 \cdot 64}{3 \cdot 55,85} = 1,0493 \text{ kg.}$$

$$\text{FeO tarkibida } \frac{27,4721 \cdot 0,86 \cdot 16}{55,85} = 6,7684 \text{ kg.}$$

$$\text{ZnO tarkibida } \frac{1,286 \cdot 0,75 \cdot 16}{65,37} = 0,2361 \text{ kg.}$$

$$\text{PbO tarkibida } \frac{0,4713 \cdot 16}{65,37} = 0,0364 \text{ kg.}$$

Jami O<sub>2</sub>:  $1,0493+6,7684+0,2361+0,0364=8,0902$  kg.

Shixtaga kvarsli flus qo'shilmagan holatda tashlanma toshqolning miqdori  $63,9189+0,8183+8,0902=72,8274$  kg ga teng. Endi yuqoridagi hisoblangan tashlanma toshqol miqdori uchun kerak bo'lgan kvarsli flus miqdori aniqlanadi. Toshqolda

$$\text{SiO}_2 \text{ miqdori } \frac{19,7593 \cdot 100}{72,8274} = 27,1317 \text{ \% ga teng bo'ladi.}$$

Biroq kremnezemning bu miqdori yetarli emas, odatda, toshqolda 30...37% SiO<sub>2</sub> bor, deb hisoblanadi, shuning uchun shixtaga kvarsli flusning tarkibi: 92% – SiO<sub>2</sub>; 4% – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2% – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2% – hokazo.

Shunday hokazolar tarkibiga kiruvchi birikmalarning 50% CO<sub>2</sub> ko'ri-  
nishdagi gazlarga o'tadi, deb hisoblanadi. Tenglik tuzilib, kerak bo'lgan  
kvarsli flusning miqdori (x) noma'lum son orqali aniqlanadi:

$$(72,8274+0,92x) \cdot 0,34 = 19,7593+0,92x$$

$$24,7613+0,3128x = 19,7593+0,92x$$

$$x = 8,2378$$

Shunday qilib, tarkibida quyidagi birikmalari bo'lgan 8,2378 kg flus  
kerak ekan.

$$\text{SiO}_2 - 8,2378 \cdot 0,92 = 7,5787 \text{ kg.}$$

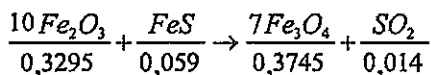
$$\text{Fe}_2\text{O}_3 - 8,2378 \cdot 0,04 = 0,3295 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 8,2378 \cdot 0,02 = 0,1648 \text{ kg.}$$

$$\text{CO}_2 - 8,2378 \cdot 0,01 = 0,0824 \text{ kg.}$$

$$\text{Hokazo} - 8,2378 \cdot 0,01 = 0,0824 \text{ kg.}$$

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va flusning FeS bilan o'zaro ta'siri asosida paydo bo'lgan  
tashlanma toshqol tarkibiga flusdan 0,0824 kg CO<sub>2</sub> va 0,014 kg SO<sub>2</sub>  
o'tmaydi.



Bundan tashlanma toshqol miqdori:  $72,8274 + 8,2378 - 0,0824 = 80,9828 \text{ kg.}$

Tashlanma toshqol tarkibi:

$$\text{Cu}_2\text{S}: 0,1188 + 0,0299 = 0,1487 \text{ kg.}$$

$$\text{ZnS}: 1,286 \cdot 0,25 + 0,1576 = 0,4791 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}: 27,4721 \cdot 0,04 + 0,6308 - 0,059 = 1,6707 \text{ kg.}$$

$$\text{FeO}: 27,4721 \cdot 0,86 + 6,7684 = 30,3944 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4: 27,4721 \cdot 0,1 + 1,0493 + 0,3745 = 4,1710 \text{ kg.}$$

$$\text{ZnO}: 1,286 \cdot 0,75 + 0,2361 = 1,2006 \text{ kg.}$$

$$\text{PbO}: 19,7593 + 7,5787 = 27,338 \text{ kg.}$$

$$\text{SiO}_2: 0,4713 + 0,0364 = 0,5077 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 4,8471 + 0,1648 = 5,0119 \text{ kg.}$$

$$\text{CaO}: 5,3598 \text{ kg.}$$

$$\text{Hokazo}: 4,6065 + 0,0824 = 4,6869 \text{ kg.}$$

$$\text{Jami}: 80,9828 \text{ kg.}$$

Tashlanma toshqol bo'yicha natijalar 4.8-jadvalga kiritiladi.

#### 4.2.5. Kislrorodli purkashdagi moddalarning tarkibini hisoblash

1. Oltin gurtni oksidlash uchun kislorod miqdori:

Pechga purkalgan oltin gurtni miqdori (4.4 va 4.7-jadvallar):  
 $4,66 + 0,1135 = 4,7735 \text{ kg}$ . Shteyn va tashlanma toshqol bilan ketgan (4.6 va 4.8-jadvallar) birikmalar:

$$2,9181 + 0,8183 = 3,7364 \text{ kg.}$$

$10\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeS} = 7\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SO}_2$  reaksiya bo'yicha oksidlangan  
 $0,014:2 = 0,007 \text{ kg}$  ga teng.

Kislorod bilan purkashda oksidlangan modda

$$4,7735 - (3,7364 + 0,007) = 1,0301 \text{ kg}$$
 ga teng.

1,0301 kg oltin gurtni oksidlash uchun kislorod miqdori:

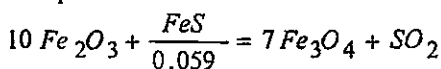
$$\frac{S}{1,0320} + \frac{O_2}{1,0301} = \frac{SO_2}{2,0621}$$

2. Temirni oksidlash uchun sarf bo'lgan kislorod miqdori va oksidlanmagan temir miqdori hisoblanadi.

Pechga kiritilgan birikmalar 4.4 va 4.7-jadvallarda ko'rsatilgan, unda  $16,49 + 4,112 + 0,1019 = 20,7039 \text{ kg}$  oksidlanmagan ko'rinishdagi (shteyn va toshqolga) eritma holiga o'tgan birikmalar (4.6 va 4.8-jadvallarda ko'rsatilgan):  $3,0022 + 1,0399 = 4,0421$ . Eritmada oksidlangan temir miqdori:  $20,7039 - 4,0421 = 16,6618 \text{ kg}$ .

Eritmada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  holatidagi temirning miqdori 4.6 va 4.8 jadvallarda batafsil ko'rilgan, unda:  $1,3598 + 3,1217 = 4,4815 \text{ kg}$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  holida temir miqdori: konverter toshqoli bilan pechga yuklanadigani  $0,9803 \text{ kg}$  (4.7-jadvalda ko'rsatilgan).

Quyidagi reaksiya orqali kvarsli flusdagi FeO ning kislorod bilan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  gacha oksidlanishi aniqlanadi:

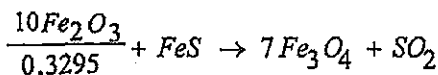


Tashlanma toshqol tarkibi va miqdori

Birikmalar	Cu	Zn	Pb	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Hokazo	Jami	
											kg	%
Cu <sub>2</sub> S	0,11				0,0299						0,148	0,1836
FeS				1,0399	0,6308						1,670	2,0634
ZnS		0,3215			0,1576						0,479	0,5917
FeO				23,3105		6,7684					30,39	37,5384
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				3,1217		1,0493					4,171	5,1514
ZnO		0,9645				0,2361					1,200	1,4828
PbO			0,4			0,0364					0,507	0,6271
SiO <sub>2</sub>							27,338				27,33	33,7636
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								5,0119			5,011	6,1899
CaO									5,359		5,359	6,6196
Hokazo										4,686	4,686	5,7885
Jami	0,11	1,286	0,4	27,4721	0,8183	8,0902	27,338	5,0109	5,359	4,686	80,96	
	0,14	1,5883	0,5	34,319	1,0106	9,9917	33,7636	6,1899	6,619	5,788		100

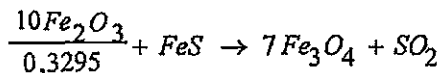
$$\frac{55,85 \cdot 0,059}{87,91} = 0,0374 \text{ kg.}$$

O'zaro ta'sir natijasida kvarsli flusdagi gematitning eritmaga o'tishi quyidagicha bo'ladi:



$$\frac{0,3295 \cdot 111,7}{159,7} = 0,2305 \text{ kg.}$$

O'zaro ta'sir natijasida kvarsli flusdagi gematitning eritmaga o'tishi quyidagicha bo'ladi:



$$\frac{0,3295 \cdot 111,7}{159,7} = 0,2305 \text{ kg.}$$

Eritmada keladigan FeO ko'rinishda bo'lgan temir miqdori:

$$0,9803 + 0,0374 + 0,2305 = 1,2482 \text{ kg.}$$

Kislorodli purkash natijasida oksidlangan barcha temir:

$$\text{FeO gacha } 16,6618 - 3,2333 = 13,4285 \text{ kg.}$$

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gacha 4,4815 - 1,2482 = 3,2333 kg.

Temirning Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> gacha quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanishi kislorod sarfiga bog'liq  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$  unda

$$\frac{3,2333 \cdot 2 \cdot 32}{3 \cdot 55,85} = 1,2350 \text{ kg hosil bo'ladi.}$$

FeO quyidagi reaksiya bo'yicha  $\text{Fe} + 0,5\text{O}_2 = \text{FeO}$  hosil bo'ladigan bo'lsa,

$$\frac{13,4285 \cdot 16}{55,85} = 3,847 \text{ kg bo'ladi.}$$

3. Endi uglerodni oksidlash uchun sarf bo'lgan kislorod miqdorini aniqlash kerak. Klinker asosida shixtani eritishning sanoat miqyosidagi sinov tajribalari shuni ko'rsatdiki, klinkerda uglerodning 40% CO<sub>2</sub> gacha, 60% SO gacha oksidlanadi. Bundan tashqari, ta'kidlab o'tilganidek, shixta tarkibidagi 22% rux gazsimon holatga haydaladi. Shu bilan birga, toshqolga o'tgan butun rux ZnO gacha oksidlanadi, so'ng uning ma'lum qismi ZnO+C=CO+Zn reaksiya bo'yicha qaytariladi va gazsimon holatga haydaladi, deb hisoblanadi. ZnO bilan oksidlangan uglerod miqdori: 1,68 · 0,22=0,3696 kg (4.4-jadvalga qarang).

$$\frac{ZnO}{0,615} + \frac{C}{0,09} \rightarrow \frac{Zn}{0,3696} + \frac{CO}{0,3354}, C = 0,068 \text{ kg.}$$

Kislorodli purkash bilan oksidlangan uglerod miqdori (4.2-jadvalda ko'rsatilgan).

$$26,99 - 0,09 = 26,9, \text{ shu bilan birga}$$

$$SO \text{ gacha} - 26,9 \cdot 0,6 = 16,14 \text{ kg}$$

$$SO_2 \text{ gacha} - 26,9 \cdot 0,4 = 10,76 \text{ kg}$$

Uglerodni oksidlash uchun kislorodning miqdori:

$$SO \text{ gacha} - \frac{2C}{16,14} + \frac{O_2}{21,52} \rightarrow = \frac{2CO}{37,66} \text{ yoki } \frac{16,14 \cdot 32}{24} = 21,52 \text{ kg.}$$

bu vaqtda 16,14 + 21,52 = 37,66 kg SO hosil bo'ladi.

$$SO_2 \text{ gacha} \frac{C}{10,76} + \frac{O_2}{28,6933} \rightarrow \frac{CO_2}{39,4533} \text{ yoki } \frac{10,76 \cdot 32}{12} = 28,6933$$

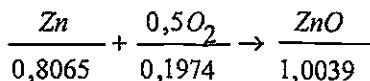
bu vaqtda 10,76 + 28,6933 = 39,4533 kg SO<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

4. Ruxni oksidlash uchun kerak bo'lgan kislorodning miqdorini aniqlash.

Oksidlanmagan rux miqdori: pechga kiritilgan - 1,18 kg (4.2-jadval). Shteyn va tashlanma toshqolga o'tgan (4.6 va 4.8-jadvallar).

0,052 + 0,3215 = 0,3735 kg. Kislorodli purkash bilan oksidlangan rux miqdori 1,18 - 0,3735 = 0,8065 kg ga teng.

Ruxni oksidlash uchun kislorod miqdori:



5. Qo'rg'oshinni oksidlash uchun kislorod miqdori gazsimon holatga o'tgan qo'rg'oshin miqdori (4.4-jadvalda ko'rsatilgan).

$$0,78 \cdot 0,19 = 0,1482 \text{ kg.}$$

Oksidlanmagan qo'rg'oshin miqdori:

pechga yuklangani  $0,78 - 0,1482 = 0,6318 \text{ kg}$ ;

eritmaga (shtheynga) o'tgani (4.6-jadval) –  $0,244 \text{ kg}$ .

Kislorodli purkash bilan eritmada oksidlangan qo'rg'oshin miqdorini topish uchun u avvaliga oksidlanadi.

Qo'rg'oshinni oksidlash uchun kislorod miqdori:

$$\frac{Pb}{0,3878} + \frac{0,5O_2}{0,0299} = \frac{PbO}{0,4177}$$

$$\frac{0,3878 \cdot 16}{207 \cdot 19} = 0,0299 \text{ kg } O_2; \quad Pb = 0,3878 + 0,0299 = 0,4177 \text{ kg.}$$

Jami kislorod:

$$1,0301 + 1,2350 + 3,847 + 21,52 + 28,6933 + 0,1974 + 0,0299 = 56,5582 \text{ kg.}$$

Olingan miqdor hajm ko'rinishda, ya'ni metr kubda yozilsa, quyidagi hajm kelib chiqadi:

$$\frac{56,5582}{1,429} = 39,575 \text{ m}^3.$$

#### 4.2.6. Oqova gazlarning tarkibi va miqdorini hisoblash

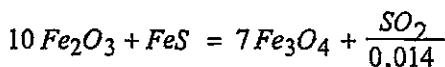
Pechdan chiqib ketuvchi oqova gazlarning tarkibida quyidagi moddalar mavjud:

1. Oqova gaz tarkibida:  $SO_2$

Kislorodli purkash bilan oltingugurt oksidlanadi:

$$\frac{S}{1,0320} + \frac{O_2}{1,0301} = \frac{SO_2}{2,0621} \text{ kg.}$$

O'zaro ta'sir natijasida paydo bo'lgan  $SO_2$



SO<sub>2</sub> miqdori 2,0621+0,014=2,0761 kg ga teng.

2. Oqova gaz tarkibida CO<sub>2</sub> kislorodli purkash bilan uglerodni oksidlash – 37,66 kg. ZnO ni shixta tarkibidagi uglerod bilan qaytarish natijasida – 0,3354 kg. CO miqdori 37,66+0,3354=37,9956 kg ga teng.

3. Oqova gaz tarkibida SO<sub>2</sub>:

Changdagi uglerodni havo tarkibidagi kislorod bilan oksidlash – 0,297 kg; Uglerodni kislorodli purkash bilan oksidlash – 39,4533kg; Kvarsli flusni – 0,0824 kg.

SO<sub>2</sub> miqdori – 0,297+0,0824+39,4533=39,8327 kg ga teng.

4. Oqova gazdagi H<sub>2</sub>O miqdori:

Shixtaning namligi 6,0 dan 8,0% oraliqda bo'ladi, shuning uchun u 7% ga teng, deb qabul qilinadi, uning hammasi pechdan chiqib ketuvchi oqova gazlar tarkibiga kiradi.

Shixta miqdori 100,000+8,24=108,24 kg.

Namlik 70% bo'lganda, bu 108,24 kg, 93%ni tashkil qiladi, bunda shixta tarkibidagi H<sub>2</sub>O miqdori:

$$\frac{108,24 \cdot 7}{93} = 8,1471 \text{ kg ga teng bo'ladi.}$$

Pechdan chiqib ketuvchi oqova gazning hajmi, m<sup>3</sup>:

$$SO_2 - \frac{2,0761}{64,06} = 0,7259$$

$$CO - \frac{37,9956 \cdot 22,4}{28} = 30,3965$$

$$CO_2 - \frac{39,8327 \cdot 22,4}{44} = 20,2784$$

$$H_2O - \frac{8,1471 \cdot 22,4}{18} = 10,1386$$

Pechdan chiqib ketuvchi oqova gazning hisob natijasi 4.9-jadvalga kiritiladi.

Pechdan chiqayotgan oqova gazlar miqdoriga nisbatan qo'shimcha mis-rux metallarni eritishda ko'rib chiqilgan va u klinker asosidagi shixta timsolida to'liq ishlatilishi mumkin.



**Chiqib ketuvchi oqova gazlarning tarkibi va miqdori**

Gaz	Massa		Hajm	
	kg	%	m <sup>3</sup>	%
SO <sub>2</sub>	2,0761	2,3578	0,7259	1,1796
SO	37,9956	43,1516	30,3965	49,3936
SO <sub>2</sub>	39,8327	45,238	20,2784	32,9519
H <sub>2</sub> O	8,1471	9,2526	10,1386	16,4749
Jami	88,0515	100	61,5394	100

**Gaz holatiga o'tgan uchirma (vozgonlar)ning tarkibi va miqdorini hisoblash**

Gaz holatidagi uchirmaga rux va qo'rg'oshin o'tadi. Ularning havo kislorodi bilan oksidlanishi hisobga olinmaydi. Uchirmalar tarkibi:

$$\text{Zn} - 1,68 \cdot 0,22 = 0,3696 \text{ kg};$$

$$\text{Pb} - 0,78 \cdot 0,19 = 0,1482 \text{ kg}.$$

Jami gaz holatidagi uchirmalar:  $0,3696 + 0,1482 = 0,5178 \text{ kg}$ .

**4.2.7. Eritishning ashyolar tengligi**

“Vanyukov pechi” eritish usuli bilan klinker asosidagi shixta eritishning to'liq ashyolar tengligi yuqoridagi hisoblar natijasi bo'yicha tuziladi.

Pech vannasidagi eritmalar uchun ashyolar tengligi tuziladi. Changdan chiquvchi gazlar miqdori va shixtaning namligi tenglikda hisobga olinmaydi.

Eritishning ashyolar tengligi 4.10-jadvalda keltirilgan.

**Vanyukov usuli bilan klinker asosidagi shixtaning eritish  
natijasidagi ashyolar tengligi**

Komponent	YUKLANGAN									
	Klinker va qaytar chang		Konverter toshqoli		Kvarsli flus		Kislorod		Jami	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	
Su	4,29	4,298	0,2182	2,4	-	-				4,5082
Zn	1,68	1,683	0,026	0,2	-	-				1,706
Pb	0,78	0,781	0,0735	0,8	-	-				0,8535
Fe	27,47	27,52	4,3641	50,0	0,2306	2,799				32,0647
S	4,66	4,669	0,1135	1,306	-	-				4,7735
O <sub>2</sub>	2,075	2,079	1,3267	15,202	0,0889	1,201	56,56	100		60,0588
S	26,99	27,04	-	-	-	-				26,99
SiO <sub>2</sub>	17,49	17,52	2,2693	25,9	7,4602	92,0				27,338
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,69	4,699	0,1571	1,7	0,1648	2,0				5,0119
CaO	5,29	5,3	0,0698	0,7	-	-				5,3598
SO <sub>2</sub>	-	-	-	-	0,0824	1,0				0,0824
Hokazo	4,395	4,404	0,2095	2,4	0,0824	1,0				4,6869
Jami	99,81	100	8,7282	100	8,2378	100	56,56	100		173,334
	OLINGAN									
	Shteyn		Toshqol		Chiqib ketuvchi gaz		Uchirmalar		Jami	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	
Su	4,389	35,0004	0,1188	0,1467						4,5082
Zn	0,052	0,4146	1,286	1,5883			0,369	71,37		1,7076
Pb	0,234	1,9456	0,4713	0,5821			0,148	28,62		0,8535
Fe	4,362	34,7819	27,472	34,319						31,8341
S	2,918	23,2685	0,8183	1,0106	1,039	1,304				4,7754
O <sub>2</sub>	0,5	3,9869	8,0902	9,9917	51,52	64,69				60,1109
S	-	-	-	-	26,99	33,89				26,99
SiO <sub>2</sub>	-	-	27,338	33,7636						27,338
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	5,0119	6,1899						5,0119
CaO	-	-	5,3598	6,6196						5,3598
SO <sub>2</sub>	-	-	-	-						0,0824
Hokazo	0,075	0,6021	4,6869	5,7885	0,0811	0,1035				4,7624
Jami	12,54	100	80,8974	100	79,378	100	0,5178	100,0		173,3342

### 4.3. Vanyukov eritish pechi konstruksiyasining asosiy elementlari

Zamonaviy eritish agregati bo'lgan "Vanyukov pechi" jarayon mahsulotlarini to'xtovsiz ishlab chiqarish uchun shiteynli va toshqolli sifonlar bilan ta'minlangan to'g'ri burchakli shaxtani o'zida namoyon qiladi (rasmga qarang).

Pech shaxtasida yon devorlari misli qo'yilgan kessonlardan yig'ilgan kessonlangan bog' mavjud bo'lib, uning yuqorisida pech shaxtasi olovbardosh g'ishtlar bilan qo'yilgan, g'ishtli devor qalinligi 765 mm bo'lgan xromomagnezitli g'ishtdan terilgan va u temir g'ilofga o'rnatilgan. Pechning old qism devorlari misli suv sovutkich va yuqori haroratga bardosh beradigan quvur parketlaridan qilingan (6-4 tadan). Birinchi qator yon kessonlarida pech tagidan 1,5-2 m balandlikda pechning har ikki tomonidan purkash uchun misli suv sovutkich furmalari qo'yiladi. Pechning tubi 3 qator olovbardosh (xromomagnezit) g'ishtdan teskari arka ko'rinishida terilgan.

Pechning mo'risi ham xromomagnezitdan terilgan va yon tomonlaridan misli suv sovutkich maxsus moslashtirilgan plitalar bilan chegaralangan. Suyuq vannada eritish uchun agregatning asosiy o'lchamlarini tanlashda quyidagi amaliy berilgan ko'rsatkichlarni qo'llash maqsadga muvofiqdir (Norilsk KMK misolida).

1. Modellash yo'li bilan Vanyukov pechi furmalar qismining eng qiya me'yoriy kengligi - 2-2,5 m deb, qabul qilingan.

2. Sanoat agregatlarida ishlatib kelinayotgan, standart qo'yilgan kesson o'lchami - 600x1300 mm.

3. Pech tubidan furmagacha bo'lgan oraliq qism - 1,6-2,0 m.

4. Suvli sovutkich furmalarining diametri - 38-40 mm.

5. Pechning kessonlangan qism balandligi - 3900 mm (3 qator kessonlar).

6. Eritish agregatining har xil kimyoviy tarkibidagi shixtalar uchun furmalar qismida  $1m^2$  kesimiga o'rtacha solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi - 60-70 t/sut.

7. Bitta furma uchun gaz-kislorod havoli purkash sarfi - 1000-1100  $m^3$ soat.

8. Purkash jarayoni uchun hisoblangan miqdorda va purkash bo'yicha ularni ishlatish koeffitsiyenti orqali furmalar soni (miqdori) aniqlanadi - 0,8.

9. Purkash paytida pechning ishlatish koeffitsiyenti – 0,9–0,95.

10. Pechdagi eritmaning tuynukdan to'kish ko'rsatkichlari: toshqolni –  $N_3=2,0-2,2$  m, shteynni  $N_5=1,7-2$  m oralig'ida.

11. Eritmaning og'ish darajalari: Toshqol uchun  $N_2 - 1,0-1,2$  m, shteyn uchun  $N_4=0,4-0,5$  m. Pech tuynugidan og'ish darajasini pechdagi eritmaning gidrostatik muvozanat tengligidan aniqlash mumkin:

$$N_5 \rho_{\text{sht}} = N_1 \rho_{\text{sht}} + (N_3 - N_1) \rho_{\text{tosh}} \quad (4.1)$$

Bunda:

$N_5$  – sifonda shteyn darajasi, metr;

$N_1$  – pechda shteyn darajasi, metr;

$N_3$  – toshqol to'kiluvchi tuynukning balandligi, metr;

$\rho_{\text{sht}}, \rho_{\text{tosh}}$  – shteyn va toshqol zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

Norilsk KMK da Vanyukov pechlari tajribasidan kelib chiqib, toshqolli va shteynli to'kiluvchi tuynuklar ( $N_3, N_5$ ), toshqolli va shteynli suyuq eritish og'ish ( $N_2, N_4$ ) o'lchamlari quyidagicha qabul qilinadi:

$N_3 - 2-2,2$  m;  $N_5 - 1,7-2$  m;  $N_2 - 1,0-1,2$  m;  $N_4 - 0,4-0,5$  m.

Suyuq vannada eritish uchun agregatning o'lchamlari uning sutkalik (ishlab chiqarishga) unumdorligiga bog'liq. Masalan, 2000 t/sutka ishlab chiqaruvchi pechning bir qancha parametrlari hisoblanadi.

1. Bunday pechning furmalar qismida kesim maydoni  $\text{m}^2$ , bunda 60 – solishtirma unumdorligi,  $\text{t/m}^2 \cdot \text{sut}$ ; 0,92 – purkashda pechning ishlatish koeffitsiyenti.

2. Furmalar qismidagi pechning kengligi – 2,5 m (qabul qilinadi), uzunligi  $36:2,5=14,4$  m da hisoblanadi.

3. Asosiy kessonlar qatorining soni – 600 mm (qabul qilinadi).

4. Bir tomonga va bir qatorga kessonlar soni –  $14,4:0,6=24$ .

5. Kessonlar qatorining soni – 3 (qabul qilinadi).

6. Pech uchun kessonlar soni –  $24 \cdot 2 \cdot 3=144$  ta.

#### 4.3.1. Pech shaxtasining chegara elementlari orqali issiqlik yo'qolishini hisoblash

Issiqlik pechning ostki asosiy erish qismi (tagi), qubbasi (apteyksiz) old devorlari, shteyn zonasidagi mo'ri (gorn) kladkasi, toshqol-shteynli

emulsiya zonasidagi sovutkich kessonlari bilan terilgan asosiy kessonlarning sirtlari orqali yo'qotiladi.

### 4.3.2. Pechning issiqlik tengligi tenglamalari

Erish agregatining bir soat ishi uchun issiqlik tengligini umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$Q_{iss} + Q_{f.sh} + Q_{sh.o'.iss} + Q_{sh} = Q_{sht} + Q_{toshq} + Q_{r/2} + Q_{yo'q} \quad (4.2)$$

Bunda:

$Q_{iss}$  – yoqilg'i yonishidan issiqlik miqdori, kkal/soat, (kJ/s);

$Q_{f.sh}$  – shixtaning fizik issiqligi, kkal/s (kJ/s);

$Q_{sh.o'.iss}$  – shixta o'zgarishida issiqlik ajralishi, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{sh}$  – shixta issiqligi, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{sht}$  – shteyn bilan chiqib ketuvchi issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{toshq}$  – toshqol bilan chiqib ketuvchi issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{r/2}$  – oqova gazlar bilan chiqib ketgan issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{yo'q}$  – olovbardosh devor va sovutish sistemasi orqali umumiy issiqlikning yo'qolishi, kkal/s, (kJ/s).

Tenglikning qo'shilishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q_{iss} = q_r \cdot V_s \quad (4.3)$$

Bunda:  $q_r$  – tabiiy gazning yonish issiqligi, kkal/m<sup>3</sup>;

$V_s$  – tabiiy gaz sarfi, m<sup>3</sup>.

$$Q_{f.sh} = B \cdot C_{sh} \cdot t_{sh} \cdot 1000 \quad (4.4)$$

Bunda:  $V$  – shixta bo'yicha pechning ishlab chiqarish unumdorligi, t/s;

$S_{sh}$  – shixtaning issiqlik sig'imi kkal/kg · grad (kJ/kg · grad);

$t_{sh}$  – shixta harorati, °C.

$$Q_{sh.o'iss} = (V \cdot q_{k.sh} + 2V_s) \cdot C_{O_2} \cdot t_n + [(V \cdot q_{k.sh} + 2V_s) \cdot (1/n - 1)] \cdot C_{N_2} \cdot t_n \quad (4.5)$$

Bunda:  $Q_{k.sh}$  – bir tonna shixtaga sarflangan kislorod,  $m^3/t_n$ ;  
 $C_{O_2}$  – kislorodning issiqlik sig'imi,  $kkal/kg \cdot grad$  ( $kJ/kg \cdot grad$ );  
 $t_n$  – purkash harorati,  $^{\circ}C$ ;  
 $n$  – purkashdagi kislorod miqdori;  
 $C_{N_2}$  – azotning issiqlik sig'imi,  $kkal/kg \cdot grad$ , ( $kJ/kg \cdot grad$ ).

$$Q_{sh} = V \cdot q_{sh} \quad (4.6)$$

Bunda:  $q_{sh}$  – shixtaning solishtirma issiqlik ajralishi,  $kkal/t$  ( $kJ/g$ )

$$Q_{sh} = V \cdot \eta_{sht} \cdot S_{sht} \cdot t_{sht} \quad (4.7)$$

Bunda:  
 $H_{sht}$  – ishlov berilayotgan shixta miqdoridan shteynning ajralib chiqishi,  $t/t$ ;  
 $S_{sht}$  – shteynning issiqlik sig'imi,  $kkal/kg \cdot grad$  ( $kJ/kg \cdot grad$ );  
 $t_{sht}$  – shteyn harorati,  $^{\circ}C$ .

$$Q_{tosh} = V \cdot \eta_{tosh} \cdot S_{tosh} \cdot t_{tosh} \quad (4.8)$$

Bunda:  
 $\eta_{tosh}$  – ishlov berilayotgan shixta miqdoridan toshqolning chiqishi,  $t/t$ ;  
 $S_{tosh}$  – toshqolning issiqlik sig'imi,  $kkal/kg \cdot grad$  ( $kJ/kg \cdot grad$ );  
 $t_{tosh}$  – toshqol harorati,  $^{\circ}C$ .

$$Q_{r_2} = B \cdot \eta_{SO_2} \cdot \Delta H_{SO_2}^T + B \cdot \eta_{H_2O} \cdot \Delta H_{H_2O}^T + 2V_c \cdot \Delta H'_{H_2O} + (B \cdot q_{kui} + 2V_c) \cdot \left( \frac{1}{n} - 1 \right) \cdot \Delta H_{N_2}^T + V_c \cdot \Delta H_{CO_2}^T \quad (4.9)$$

Bunda:  $\eta_{SO_2}$ ,  $\eta_{N_2O}$  – ishlov berilayotgan shixta miqdoridan  $SO_2$  va  $H_2O$  miqdori,  $\Delta H'_{SO_2}$ ,  $\Delta H_{H_2O}^T$ ,  $\Delta H_{N_2}^T$ ,  $\Delta H_{CO_2}^T$   $kJ/m$  chiqib

ketuvchi oqova gazlar haroratida  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  va  $\text{CO}_2$  moddalarining issiqlik miqdori.

Issiqlik yo'qolishi yig'indisi ( $Q_{y\text{o}'q}$ )ga terilgan olovbardosh g'isht va pechning konstruktiv sovutkich elementlari orqali yo'qotishlar kiritiladi.

Quyidagi formula bo'yicha pechning konstruktiv elementlarda issiqlik yo'qolishi hisoblanadi:

$$Q_i = q_i \cdot S_i \quad (4.10)$$

Bunda:  $Q_i$  – berilgan element bo'yicha o'rtacha solishtirma issiqlikning yo'qolishi,  $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );

$q_i$  – berilgan element bo'yicha solishtirma issiqlik yo'qolishi,  $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );

$S_i$  – elementning sovutilayotgan sirt maydoni.

Furmalarning sovushida issiqlikning yo'qolishi quyidagiga teng:

$$Q_f = q_f \cdot m \quad (4.11)$$

Bunda:

$Q_f$  – hamma furmalarning sovushida o'rtacha issiqlikning yo'qolishi,  $\text{kcal/s}$  ( $\text{kJ/s}$ );

$q_f$  – har bir furmaning sovushida o'rtacha issiqlikning yo'qolishi,  $\text{kcal/s}$  ( $\text{kJ/s}$ );

$m$  – furmalar soni.

Norilsk TMK dagi Vanyukov pechi issiqlik kelishi va yo'qolishi bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar sanoat pechida issiqlikning quyidagi elementlari orqali o'rtacha yo'qotishlari quyidagi konstruksiya elementlari orqali ro'y beradi:

- shiteyn zonasida mo'ri g'ishtlari –  $1,577 \cdot 10^3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $6,6 \cdot 10^3 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ )
- asosiy kessonlar –  $80 \cdot 10^3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $334,72 \cdot 10^3 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );
- qubba –  $40 \cdot 10^3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $167,36 \cdot 10^3 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );
- pechning asosiy erish qismi (tagi) –  $303 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $1267,75 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );
- yuqori haroratga bardosh beradigan quvur old qismi devorlari –  $80 \cdot 10^3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{s}$  ( $334,72 \cdot 10^3 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s}$ );

- furmalar –  $7,56 \cdot 10^3$  kkal/m<sup>2</sup>·s ( $31,63 \cdot 10^3$  kJ/m<sup>2</sup>·s) har bir furma uchun.

Pechning ishlab chiqarish unumdorligi 2000 t/sut. bo'lganda, olovbardosh g'isht orqali va sovutish tizimida umumiy issiqlik yo'qolishi yuqorida hisoblab, tavsiflangan uslub bo'yicha (furmalar qismida maydon – 36 m<sup>2</sup>)  $14 \cdot 10^6$  kkal/s ( $58,58 \cdot 10^6$  kJ/s) ni tashkil qiladi.

Suyuq vannada eritish o'z-o'zidan boradigan jarayondir. Uning o'z-o'zidan borishi purkashni kislorod bilan boyitishdan aniqlanadi. Eritish agregatining issiqlik tengligi to'g'ri kelishi uchun bir qator omillarda (xomashyoning aniqlangan ko'rinishlari yoki korxonalarda texnik kislorodning yetishmasligi) to'ldirib yoqilg'ilar ishlatiladi: ko'mir, qora moy, tabiiy gaz. Norilsk TMK da tabiiy gaz va yonilg'ilar ishlatiladi. Tabiiy gazning yonish issiqligi 8200...8600 kkal/m<sup>3</sup>. Issiqlik tengligining umumiy ko'rinishidan  $V_s$  tabiiy gazning kerak bo'lgan miqdorini aniqlash mumkin. Keltirilgan ko'rinishlarni issiqlik tengligiga qo'yib va algebraik o'zgarishlardan so'ng quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$V_c = \frac{B(\eta_{um} \cdot C_{um} + \eta_{mou} \cdot C_{mou} \cdot t_{mou}) + \eta_{SO_2} \cdot \Delta H_{SO_2}^T +}{q_c + 2t_n \left[ CO_2 + \left(\frac{1}{n} - 1\right) \cdot C_{N_2} \right]} + \frac{\eta_{H_2O} \cdot \Delta H_{H_2O}^T + \left(\frac{1}{n} - 1\right) \cdot \Delta H_{N_2}^T - C_{um} \cdot t_{um} \cdot 100 - q_{ku} \cdot t_n \cdot}{-2 \left[ \Delta H_{H_2O}^T + \left(\frac{1}{n} - 1\right) \cdot \Delta H_{N_2}^T + \Delta H_{CO_2}^T \right]} \left[ CO_2 + \left(\frac{1}{n} - 1\right) \cdot C_{N_2} - q_{um} \right] \quad (4.12)$$

Bu tenglik har xil xomashyo va yoqilg'ilar uchun qo'llanilishi mumkin.



#### 4.4. Oqova gaz birikmalarining hajmini hisoblash

Hisoblash oqova gazlarning entalpiyasiga asosan olib boriladi. Suv entalpiyasiga bug'lanish harorati kiritilgan.

Issqlik tengligining hisoblari uchun quyidagi ko'rsatkichlar qabul qilinadi:

tabiiy gazning yonish issiqligi – 8300 kkal/m<sup>3</sup>(34727,2 kJ/m<sup>3</sup>);

shixtaning issiqlik sig'imi – 0,2 kkal/kg·grad (0,84 kJ/kg grad);

shixtaning harorati – 20<sup>0</sup>C;

kislorodning issiqlik sig'imi – 0,22 kkal/kg · grad (0,92 kJ/kg · grad);

azotning issiqlik sig'imi – 0,25 kkal/kg·grad(1,05 kJ/kg ·grad);

purkash harorati – 20<sup>0</sup>C;

shteynning issiqlik sig'imi – 0,25 kkal/kg·grad(1,05 kJ/kg·grad);

shteyn harorati – 1180<sup>0</sup>C;

toshqolning issiqlik sig'imi – 0,3 kkal/kg·grad(1,26 kJ/kg·grad);

toshqol harorati – 1250<sup>0</sup>C;

oqova gazlar harorati – 1200<sup>0</sup>C.

Eritishga kerak bo'lgan kislorod miqdori:

$$V_{O_2} = B \cdot q_{k.sh} + 2V_s, \text{ m}^3 \quad (4.13)$$

Texnik kislorod sarfi (95% O<sub>2</sub>)

$$V_{m.k.} = \frac{V_{O_2}}{0,74} \left( 1 - \frac{0,21}{n} \right), \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (4.14)$$

Bunda: 0,74 – texnik kislorod va havodagi kislorod miqdoridagi farq; 0,21 – havodagi kislorod miqdori.

$$\text{Havo sarfi: } V_x = \frac{V_{O_2}}{n} - V_{m.k.}, \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (4.15)$$

### Oqova gazlar tarkibidagi birikmalar

1. Oqova gazlarda  $SO_2$ ,  $V_{SO_2} = \frac{B\eta_{SO_2}}{2,86} \text{ m}^3/\text{s}$  (4.16)

Bunda: 2,86 –  $SO_2$  gazining zichligi (64:22,4=2,86).

2. Suv bug'lari  $V_{H_2O} = \frac{B\eta_{H_2O}}{0,8} + 2V_c$ ,  $\text{m}^3/\text{s}$  (4.17)

Bunda: 0,8 – suv bug'larining zichligi (181:22,4=0,8).

3.  $CO_2$  uglerod oksidi

$$V_{O_2} = V_s, \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.18)$$

4. Azot  $N_2$

$$V = V_n(1-n), \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.19)$$

Oqova gazlarning umumiy hajmi,  $\text{m}^3/\text{s}$

$$V_c = V_{SO_2} \cdot V_{H_2O} \cdot V_{N_2} = B \left( \frac{\eta_{SO_2}}{0,86} - \frac{\eta_{H_2O}}{0,86} \right) + 3V_c + V_n(1-n) \quad (4.20)$$

Changning chiqishi bir foizdan kam bo'lganligi sababli, uning issiqlik tengligiga ta'siri ko'rilmaydi.

## YALLIG' QAYTARUVCHI ERITISH PECHI

## 5.1. Yallig' qaytaruvchi eritish pechida misli shixta qorishmasini eritish texnologiyasi

Birinci yallig' qaytaruvchi pechlar XIX asrning oxirlarida Uels hududida paydo bo'lgan. Bor-yo'g'i  $8 \text{ m}^2$  maydonni egallagan ushbu eritish pechi mayda bo'laklardan iborat bo'lib, toshko'mirning yonishi natijasida qizitilgan edi. Yonilg'ining ko'p sarflaniishi, 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  $435 \text{ m}^2$ ni tashkil etadi [21].

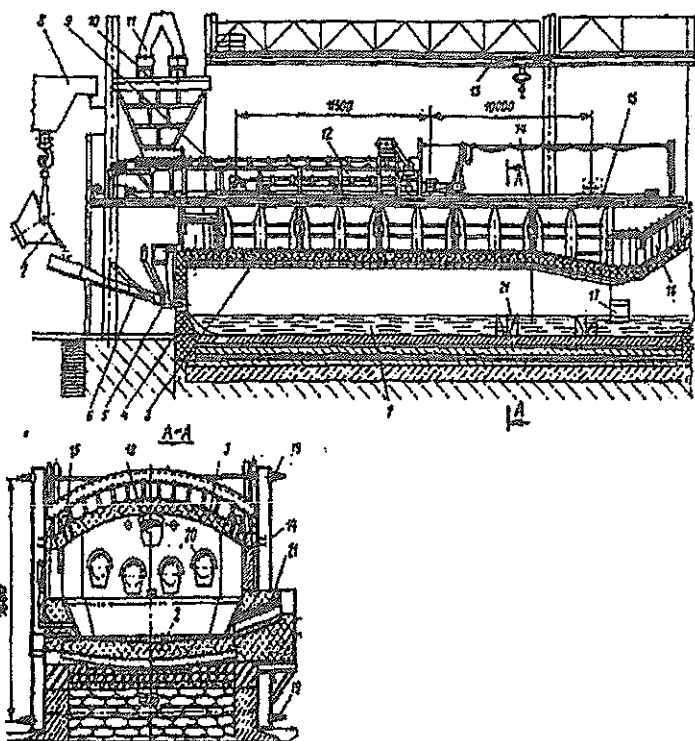
Hozirgi zamonaviy yallig' qaytaruvchi pechlarning ilgari pechlardan tubdan farq qiluvchi asosiy tavsiflari quyidagilar:

- pechkaning hamda shixta qorishmasini yuklash tizimining takomillashganligi;
- 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'matilganligi 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 ishlamoqda. MDH mamlakatlarida, Balxashmis sanoat birlashmasida, Krasnouralsk mis eritish kombinatida, Olmaliq TMKda va boshqa mis eritish zavodlarida ham mavjud. Hozirgi ko'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 [15, 22].

5.1-rasmda ko'rsatilganidek, yallig' qaytaruvchi pech gorizontol holatda joylashgan. Issiqlik agregati quyidagi asosiy qismlardan iborat:

poydevor ostki qismi, yon, orqa va old devorlari, qubba temir sinch va gaz mo'risi.



**5.1-rasm. Yallig' qaytaruvchi eritish pechini yon tomondan ko'rinishi va qirgimi.**

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 m<sup>2</sup> atrofida bo'lib, 400 m<sup>2</sup> ga yetadi.

Yallig' qaytaruvchi pech deb atalishining asosiy sababi – ikki yon devorlarining ichki qismida qiyalik joylashgan bo'lib (5.1-rasmda A-A qirgimida 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 1100–1200m<sup>3</sup>/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 tomondan 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, oltin-gugurtlarning shteynga o'tishi ushbu pechning katta yutuqlaridan biridir. Konverter toshqoli pechning old tomonidan havo va gaz gorelkasining ustki qismida joylashgan ochiq nov orqali quyiladi (5.2-rasm).



*5.2-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 gorizontall vannaga nisbatan 7-15° 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 (sufkasiga 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 anhidridi 1,0–2,0 % gacha bo'ladi.

### 5.1.1. 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; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,3; CaO–0,1. Shu boyitmaning mineralogik tarkibi, % Cu<sub>2</sub>S 14,0; CuFeS<sub>2</sub> 20,0; Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> 1,0; FeS<sub>2</sub> 9,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,0; SiO<sub>2</sub> 5,5; CaCO<sub>3</sub> O<sub>2</sub>; 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 – beding tizimidir. 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 (ogarak) yuklash maqsadga muvofiq bo'ladi.

### 5.1.2. Xomashyo yoki boyitmani kuydirish

Tarkibida misi kam bo'lgan dastlabki ashyo va birikmalarni iste'mol 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 to'g'ridan-to'g'ri eritiladi.



Dastlabki pog'onada boyitmani kuydirish mis miqdori yuqoriroq bo'lgan boyitmani olish, mis tarkibi ko'proq bo'lgan shteyn va sulfat kislotasi olish mumkin bo'lgan texnologik gazlarni olishga imkon yaratadi.

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



Birinchi reaksiya deyarli bir tomonlama boradi. Ikkinchi reaksiya uchun:

$$K_p = P_{\text{SO}_3}^2 / P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2} \quad (5.4)$$

Bunda:

$$K_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} \cdot K_p \cdot P_{\text{O}_2} \quad (5.5)$$

Kuydirish uchun eng mos dastgoh – bu qaynovchi qatlamli (KS) pechdir. Kuydirish harorati 650–750°C (sulfatlash) va 850–1050°C (oksidlanish) boradi.

Kuydirish jarayonlari AQSH, Yaponiya va boshqa davlatlarda keng ishlatiladi. Sulfatli kuydirishda mis 94–98 % suvda eriydigan birikmalarga o'tadi va suvli eritmaga o'tkazilib, elektroliz orqali erkin holatda ajratib olinadi. Olmaliq sharoitida kuydirish jarayonini qo'llash rejalashtirilmagan, pechga xomashyo sulfidli boyitma holda yuklanadi.

Yallig' qaytaruvchi eritish pechida katta hajmda organik uglerod yoqilg'i ishlatiladi. Bu jarayonda ajralib chiqqan issiqlikning ta'sirida, pechning ishchi hajmi va vannasida turli fizik-kimyoviy o'zgarishlar boradi: namning parlanishi, xomashyoning isishi va erishi, kimyoviy o'zgarishlar 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 kislotasi bug'larning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Moddalarning parchalanishi ham jarayonning birinchi daqiqalaridayoq sodir bo'ladi.

## 5.2. Pech qiyaligidagi shixtaning qizishi va erishi

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 915–950°C gacha qizitadi va mahsulot tarkibining asosi – sulfid birikmalari eriy boshlaydi va shteynning hosil bo'lishi boshlanadi.

Oltinugurtli moddalarning erishi o'z o'rnida shixta tarkibidagi boshqa birikmalarning ham tez qizishiga, harorat 100°C 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 30–100°C gacha boradi, biroq toshqolning nordonlik darajasi ortib borishi oraliq haroratni 250–300°C gacha orttirib yuborishi mumkin.

## 5.3. 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 1100–1250°C 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:

Q<sub>1</sub> – qiyalikdan tushayotgan ashyoning qizishi uchun 15–20%;

Q<sub>2</sub> – erish jarayonining tugatilishi va qayta yuklangan toshqolning paydo bo'lishi uchun 40–45%;

Q<sub>3</sub> – Q<sub>4</sub> – konverter toshqolini qayta eritish va endotermik reaksiya uchun (masalan, magnetitni qaytarish uchun) 35–40%;

Q<sub>5</sub> – issiqlikning devorlari va ostki qismi – tubi orqali yo‘qolishi – 1%;

Q<sub>6</sub> – 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. Vanna-dagi 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.

#### 5.4. Kimyoviy jarayonning nazariy asoslari

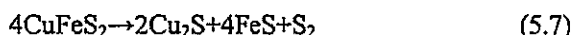
Metallurgiya sanoatida ishlatilayotgan yallig‘ qaytaruvchi pechlar quruq misli boyitma hamda kuydirilgan misli boyitmalarni (ya‘ni ogarok) qayta eritish uchun mo‘ljallanganligi avvalgi bo‘limlarda aytib o‘tildi. Olmaliq mis eritish zavodi misolida hisoblar olinganligi uchun ham quruq misli boyitma dastlabki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

sining ustki qismi gazsimon 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 pechda 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,  $\text{SO}_2$  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  $\text{CO}_2$ ), barcha-barchasi pech ichida boradigan fizik-kimyoviy jarayonga o'z ta'sirini o'tkazadi.

Harorat  $743^\circ\text{C}$  ortgandan so'ng, asosan, pirit, asta-sekin kovellin, xalkopirit va boshqa oliy oltingugurtli birikmalar yuqorida ko'rsatilgan reaksiyalardagidek parchalanadi. Ashyodan barcha karbonatlar (5.4) 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  $1200^\circ\text{C}$  dan ortgandan keyin boshlanib, haroratning ortishi bilan reaksiya tezligi va to'laqonliligi ortib boradi. Magnetitning oltingugurtli birikma bilan  $\text{SiO}_2$  ishtirokida qaytarilishi toshqolda  $\text{FeO}$  ning faolligini kamaytiradi. Magnetit haqida alohida to'xtalib o'tishimizning sababi bor, albatta, chunki uning toshqol va shteyn tarkibida ko'payishi ularning fizik-kimyoviy xossalari salbiy ta'sir o'tkazadi. Masalan,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  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.

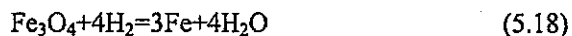
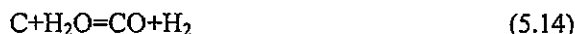
Toshqol va shteyn oralig'ida oksidli faza chegarasida magnetit konsentratsiyasining kamayishi (5.10) ko'rinishdagi kimyoviy reaksiyaning faol borishi bilan ro'y beradi.

Yuklanayotgan xomashyo tarkibida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 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  $1225-1250^\circ\text{C}$  atrofida bo'lgan haroratda quyiladi. Uning tarkibidagi 20–30% li  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  bo'lib, uning hammasi ham (5.10) 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 [8, 19, 20] magnetitni parchalash, uni qaytarish borasida juda ko'p ilmiy izlanishlar olib borishgan. Shulardan ayrimlari [16,19] 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.



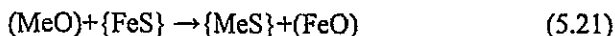
Agar klinker tarkibidagi uglerodni va boshqa qaytaruvchi birikmalarni misol tariqasida ko'rib chiqadigan bo'lsak, pech eritmasida, qiyaligida quyidagi kimyoviy jarayonlar borishi mumkin, deya taxmin qilamiz:



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 gazzimon holatga emas, balki uni suyuq holatda, ya'ni shteyn tarkibiga o'tkazishga erishdilar [23,24].

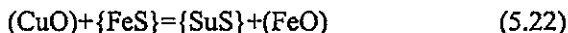
Natijada oqova gaz tarkibidagi  $\text{SO}_2$  1,0–1,7% dan 0,01–0,5% gacha kamayib ketdi. Oltingugurt oksidining oqova gaz tarkibida kamayishi nafaqat atrof-muhitning tozaligini ta'minlaydi, balki uning shteyn tarkibiga

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, (5.21) 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 mulohaza 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 (5.22) kimyoviy reaksiya teskari, ya'ni chap tomonga borishi mumkin. Unda toshqol tarkibida mis oksid holida yo'qoladi. Nikel ham eritmada xuddi mis kabi taqsimlanadi.

#### 5.4.1. Temir va boshqa birikmalar haqida

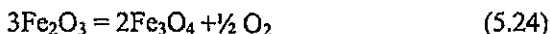
Yuqorida ko'rib chiqilgan temir-mis sulfidlaridan tashqari, mis boyitmasida pirrotin  $\text{Fe}_7\text{S}_8$  ham uchrab turadi.

Neytral yoki qaytarilish atmosferasida birikma qizdirilsa,  $600^\circ\text{C}$  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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – gematit va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – magnetit).

Gematit 1560°C da eriydi, lekin havo atmosferasida 1350–1380°C oralig'ida yengil ajraladi, ya'ni:

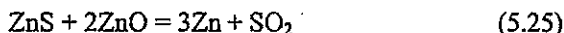


Magnetit murakkab kimyoviy birikma bo'lib, neytral va oksidlantiruvchi atmosferalarda 1590°C da suyuq holatga ajralmasdan, o'z kimyoviy ko'rinishini o'zgartirmasdan o'tadi.

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 5,5%, 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  $\text{SiO}_2$ , glinozem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kalsiy oksidi  $\text{CaO}$  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,  $\text{FeO}$  ning toshqol tarkibida ko'payishiga olib keladi. Rux oksid holida jarayonga unchalik salbiy ta'sir ko'rsatmasada, 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 kombinatidagi 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 ekstraktsiya usuli bilan sulfat kislotasi sexidagi texnologik eritmani qayta ishlash unchalik ko'p kapital 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 rejalashtirilmogda.

#### 5.4.2. Yallig' 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<sup>r</sup> 82,5; N<sup>r</sup> 10,6; N<sup>f</sup> 0,3; O<sup>r</sup> 0,2; S<sup>f</sup> 3,1; A<sup>r</sup> 0,3; W<sup>r</sup> 3,0. Tabiiy gaz tarkibida, %: SN<sub>4</sub> 92,0 – 95,3; C<sub>m</sub> H<sub>n</sub> 0,4–4,9; N<sub>2</sub> 1,3–2,0; SO 0,6; SO<sub>2</sub> 0,3–0,4; N<sub>2</sub>S 0,2; N<sub>2</sub> 3,0; O<sub>2</sub> 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 0,07–2,5·10<sup>5</sup> Pa li ortiqcha bosim bilan beriladi. Ortiqcha beriladigan havoni k=1,00–1,05. Yondirgichlarni ishlab chiqish unumdorligi soatiga 1100 m<sup>3</sup>.

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 m<sup>3</sup>.

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  $\text{m}^3$ .

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  $240 \text{ m}^3$ , issiqlik yuklamasi  $218 \cdot 10 \text{ kDj/s}$ , issiqlik kuchlanishi  $907 \cdot 106 \text{ kDj(m}\cdot\text{s)}$ .

Yoqilg‘i hisobida gaz ishlatilsa, chiqayotgan gazning tarkibi, %:  $\text{SO}_2$  8–9;  $\text{N}_2\text{O}$  17,5–18,5;  $\text{N}_2$  70–72;  $\text{SO}_2$  1,5 – 3,0 bo‘ladi.

Pechning dum tomonida harorat me‘yorda bo‘ladi, agar gazning harorati toshqol haroratiga nisbatan  $70\text{--}100^\circ\text{C}$  o‘zgarsa, bu me‘yoriy hisoblanadi.

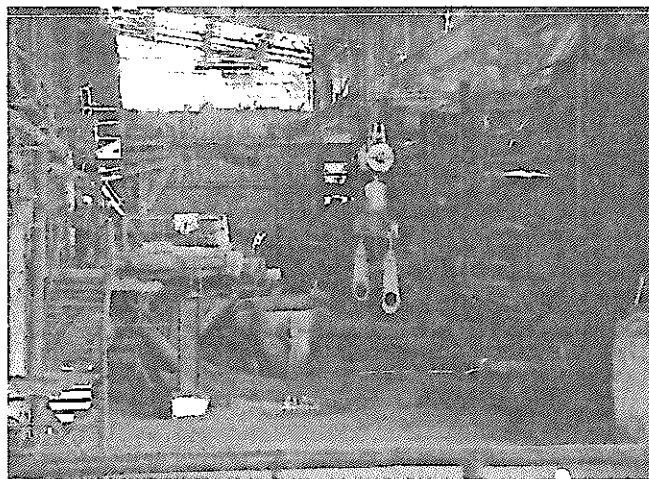
Zamonaviy pechlarda xomashyo pechning ikki yonida joylashgan maxsus tuynuqlar orqali yuklanadi. Devorning yonida joylashgan xomashyo uni yuqori harorat va eritma ta‘siridan saqlaydi. Bunda changning ajralib chiqishi xomashyoga nisbatan 1,09 % dan ortmaydi. Agar xomashyo tarkibida 14,4 % mis bo‘lsa, chang tarkibida hisob bo‘yicha 8,1 % dan ortmaydi. Xomashyo pechning yonbog‘ida joylashadi. Yonbog‘ning burchagi  $45\text{--}60^\circ$  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 tuynuqlardan 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 tuynuqdan 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 40–60 sm 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 5.3-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.



**5.3-rasm. Olmaliq mis eritish zavodining yallig' qaytaruvchi eritish pechi va konverteri oralig'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, SiO<sub>2</sub>, CaO larga tahlil qilinadi: konverter toshqoli misga, toshqol Cu, Fe, SiO<sub>2</sub> va CaO larga tahlil qilinib, tarkibi aniqlanadi. Sutkalik namunalar quyida kimyoviy birikmalarga alohida tahlil qilinadi: boyitma – Cu, S, SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; fluslar – SiO<sub>2</sub>, Fe, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; shteyn Cu, Fe va S aylanuvchi qator mahsulotlar – Cu, Fe, SiO<sub>2</sub>, S, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; toshqol – Cu, Fe, SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO. Zarurat bo'lganda boshqa birikmalar ham aniqlanib turadi.

### 5.4.3. 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 t/m<sup>2</sup> 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 % oraliqda bo'ladi. Elektr quvvati sarfi 1 t xomashyoga uncha katta emas 15–25 kvт-s 1 t xomashyoga o'tga chidamli olovbardosh g'ishtning sarfi 0,14 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-xarajatlarining tuzilishi o'rtacha quyidagichadir, %:

yoqilg'i	- 26;
quvvat sarfi	- 53;
ishchilar maoshi	- 5;
sex sarflari	- 7;
dastgohning ekspluatatsiyasi	- 9;
jami	- 100.

### 5.5. Toshqollarni qayta ishlash

Metallurg olimlarimizning fikricha, tarkibida 0,7–1,0 % misni bor toshqolni qayta ishlash ruda tarkibidagi misni ajratib olishdan ancha arzonaga 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 1150–1200°C 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 [25, 26].

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 holidagi 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 sovuyladi. 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.

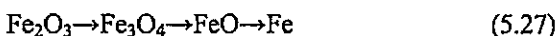
Hosil bo'lgan cho'yan vannaning tubiga cho'kib, vaqti-vaqti bilan pechdan chiqarilib turilsa, hosil bo'lgan toshqol ham ikkinchi tomondan chiqarib turiladi.

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 uglevododlar, 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, H<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> 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 1400–1500°C 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: SO–32,4; H<sub>2</sub>O–56,1; N<sub>2</sub>–9,1; SO<sub>2</sub>–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 [27, 28].

### **5.6. Yallig' qaytaruvchi eritish pechida ashyolar tengligini hisoblash**

Quruq boyitmaning ratsional tarkibi 100 kg uchun hisoblanadi [29, 30].

Yallig' qaytaruvchi eritish pechi va kislorodli-mash'alli eritish pechlarida bir xil xomashyo – boyitma qo'llaniladi. Shuning uchun yuqoridagi kislorodli-mash'alli pech uchun hisoblangan aralash boyitmalarning ratsional tarkibi 3.4-jadvaldagi ko'rinishdadir.

#### ***Chang chiqish miqdorini aniqlash***

Zavoddagi ma'lumotlarga ko'ra, yallig' qaytaruvchi eritish pechlari amaliyotda misning changga o'tishi 0,85–0,6% ni tashkil etadi. U 0,5% deb qabul qilinadi.

Quyida 5.1-jadvalda chiqib ketuvchi gazlar bilan chiqib ketayotgan changning ratsional tarkibi keltirilgan.

Changning foizlik tarkibi quruq aralash boyitmaning foizlik tarkibiga mos tushadi.

Boyitmaning har bir birikma miqdoridan shu komponentning changga olib ketilgan miqdorini ayirib, jarayonda ishtirok etuvchi boyitmaning tarkibi va miqdori olinadi (5.2-jadval).

#### ***Shteyn tarkibini aniqlash***

Misning shixta tarkibidan shteynga o'tish daraja ko'rsatkichini V.I.Smirnovning formulasidan topiladi:

$$U = \left( \frac{a - b \cdot sh}{a} \right) \cdot 100 - \gamma$$

Bunda, U – shixtani yallig' qaytaruvchi eritish pechida eritganimizda ajralib chiqqan mis, %;

**5.1-javdal**

**100 kg boyitmani qayta ishlashda hosil bo'lgan changning ratsional tarkibi**

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	0,2469	0,0855	0,0751	0,0863				
CuS	0,0143	0,0095		0,0048				
FeS <sub>2</sub>	0,1355		0,0631	0,0724				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0243		0,0169		0,007			
SiO <sub>2</sub>	0,0245					0,0245		
CaO	0,0029						0,0029	
Hokazo	0,516							0,0516
Jami	0,5	0,095	0,1551	0,1635	0,007	0,0245	0,0029	0,0516

**5.2-javdal**

**Changning chiqishi hisobga olingan holdagi jarayonga keltiriluvchi boyitma miqdori**

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Hokazo
CuFeS <sub>2</sub>	49,1396	17,014	14,9553	17,169				
CuS	2,8443	1,8905		0,9538				
FeS <sub>2</sub>	26,9668		12,5539	14,412				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8262		3,3757		1,450			
SiO <sub>2</sub>	4,8755					4,875		
CaO	0,5771						0,5771	
Hokazo	10,2705							10,270
Jami	99,5	18,905	30,8849	32,536	1,450	4,875	0,5771	10,270

*a* – shixta tarkibidagi misning miqdori,%;

*b* – 1 tonna shixtani qayta ishlashda ajralib chiqadigan toshqol miqdori.

Amaliyotda bu son 0,5–0,8 tonnani tashkil etadi.

*sh* – misning toshqoldagi tarkibi. Bu foiz taxminan shteyn tarkibidagi mis foizidan 0,01 ga teng. Ya'ni 25% shteyn olsak,  $25 \cdot 0,01 = 0,25\%$  toshqol tarkibidagi misning miqdori bo'ladi.

$u$  – kuyindi, eritish jarayoni mobaynidagi qaytmas yo‘qotishlar. Bu 0,5% ga teng (ammo bundan yuqori emas).

Shunda,  $U$  – 98% bo‘ladi. Unda shteyn tarkibida mis miqdori 100 kg boyitmadan  $19 \cdot 0,98 = 18,62$  kg ni tashkil etadi.

100 kg quruq boyitmaga mos keluvchi shteyn miqdori:

$$18,62 \cdot \frac{100}{25} = 74,48 \text{ kg.}$$

Zavoddan olingan ma‘lumotlarga ko‘ra, shteyn tarkibi quyidagicha: Cu–25%, Fe–44%, S–25% va hokazo.

Shteyn tarkibida mis  $\text{Cu}_2\text{S}$  ko‘rinishida mavjud bo‘ladi.

$$\text{Cu}_2\text{S miqdori: } 18,62 \cdot \frac{159,14}{127,08} = 23,3175 \text{ kg yoki } 31,3070 \text{ \%}$$

$$\text{Cu}_2\text{S tarkibida S: } \frac{23,3175 \cdot 32,06}{159,14} = 4,6975 \text{ kg yoki } 6,3070 \text{ \%}$$

FeS miqdori undagi oltingugurt bo‘yicha aniqlanadi.

FeS tarkibida oltingugurt:  $25 \cdot 6,3070 = 18,6930$  %

$$\frac{18,6930 \cdot 74,48}{100} = 13,9225 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS miqdori: } \frac{13,9225 \cdot 87,91}{32,06} = 38,1761 \text{ kg} = 51,2569 \text{ \%}$$

FeS tarkibida temirning miqdori:

$$38,1761 \cdot \frac{55,85}{87,91} = 24,2536 \text{ kg} = 32,5639 \text{ \%}$$

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori undagi temir bo‘yicha topiladi.

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  tarkibida temir:  $44 \cdot 32,5639 = 11,4361$  %

$$11,4361 \cdot \frac{47,48}{100} = 8,5176 \text{ kg.}$$

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  tarkibida kislorodning miqdori:

$$8,5176 \cdot \frac{64}{231,55} = 2,3542 \text{ kg} = 3,1608 \text{ \%}$$

5.3-jadvalda shteynning ratsional tarkibi va miqdori keltirilgan.

## Shteynning ratsional tarkibi va miqdori

Birik- malar	Su		Fe		S		O <sub>2</sub>		Hokazo		Miqdori	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Cu <sub>2</sub> S	18,62	25			4,6975	6,3070					23,3175	31,3070
FeS			24,2536	32,5639	13,9225	18,693					38,1761	51,2569
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			8,5176	11,4361			2,3542	3,1608			10,8718	14,5969
Hokazo									2,1146	2,8392	2,1146	2,8392
Jami	18,62	25	32,7715	44	18,62	25	2,3542	3,1608	2,1146	2,8392	74,48	100

### 5.6.1. Konverter toshqolining ratsional tarkibini hisoblash

Konverter toshqolidagi  $\text{SiO}_2$  va  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori aniqlanadi. Konverter toshqolidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  va  $\text{SiO}_2$  miqdorining shteyndagi mis miqdori bilan bog'liqlik grafigidan foydalaniladi. Konverterga shteyn bilan kelib tushadigan magnetit, toshqol bilan chiqib ketadigan magnetit miqdoriga teng, deb taxmin qilinadi.

Berilgan tarkibga 25% misi bo'lgan shteyn uchun konverter toshqolidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  va  $\text{SiO}_2$  ning balans miqdori 15% va 26% ni tashkil etadi.

Konverter toshqolidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori shteyn tarkibidan 15% yuqori deyilsa, toshqol tarkibidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ning haqiqiy miqdori topiladi.  $15 \cdot 1,15 = 17,25\%$   $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ning bunday tarkibiga, asosan, konverter toshqolidagi  $\text{SiO}_2$  miqdori grafik bo'yicha taxminan 24% ni tashkil etadi.

Konverter toshqoli tarkibidagi mis miqdori o'rtasidagi bog'liqlik grafigidan aniqlanadi: shteyn uchun konverter toshqolidagi mis miqdori taxminan 2,5% ni tashkil etadi. Konverter toshqolidagi mis  $\text{Cu}_2\text{S}$  ko'rinishda. Bunday konverter toshqoli tarkibidagi mis miqdori:

$$2,5 \cdot \frac{159,16}{127,1} = 3,131 \%$$

Konverter toshqolidagi  $\text{FeS}$  miqdori bilan shteyn tarkibidagi  $\text{FeS}$  orasidagi bog'liqlik aniqlanadi: berilgan shteyn tarkibidagi 51,26%  $\text{FeS}$  miqdoriga konverter toshqolidagi taxminan 9,5%  $\text{FeS}$  miqdori to'g'ri keladi. Konverter toshqoli tarkibidagi hokazolar miqdori flusdagi ikkinchi darajali komponentlar miqdori bilan aniqlanadi.

Kvarsli flusning (75%) berilgan tozaligidan kelib chiqqan holda konverter toshqolidagi hokazolar 6% deb qabul qilinadi.

Konverter toshqolidagi  $\text{FeO}$  miqdori ular orqali aniqlanadi:

$$100 - (17,25 + 24 + 3,131 + 9,5 + 6) = 40,12\%$$

Toshqol tarkibidagi temirning  $\text{FeO}$  ko'rinishdagi miqdori:

$$40,12 \cdot \frac{55,85}{71,85} = 31,1853 \%$$

Konverter toshqolidagi  $\text{FeS}$  ko'rinishdagi temirning miqdori:

$$9,5 \cdot \frac{55,85}{87,91} = 6,0354 \%$$

Konverter toshqolidagi temirning umumiy miqdori:

$$31,1853+12,4821+6,0354=49,6534 \%$$

Konverter toshqolining tarkibi quyidagicha, %:

$$\begin{aligned} \text{Cu}_2\text{S} &- 3,131 \\ \text{Fe}_3\text{O}_4 &- 17,25 \\ \text{SiO}_2 &- 24 \\ \text{FeS} &- 9,5 \\ \text{FeO} &- 40,12 \\ \text{hokazo} &- 6 \\ &(\text{Cu}=2,5\%, \text{Fe}=49,7028 \%). \end{aligned}$$

### 5.6.2. Konverter toshqoli va shteyn miqdori

100 kg mis boyitmasidan 74,48 kg mis shteyni olinadi. Konvertorlash mobaynida shteyn tarkibidagi barcha temir konverter toshqoliga o'tadi, deyilsa, 74,48kg shteyn tarkibidagi toshqol miqdori topiladi:

$$74,48 \cdot \frac{44}{49,7028} = 65,9343 \text{ kg.}$$

Konverter toshqoli yallig' qaytaruvchi eritish pechiga quyilganida, unda mis va temir sulfidining muallaq qismlari ajralib chiqadi.

Konverter toshqolidan shteyn va yallig' qaytaruvchi eritish pechiga o'tadigan misning miqdori, odatda, hamma konverter toshqolidagi misning 70–80% ni tashkil etadi.

Konverter toshqoliga o'tuvchi misning miqdori 80% deb qabul qilinadi va pechdagi konverter toshqolidan ajralib chiqadigan sulfidlar berilgan boshlang'ich shteyn tarkibiga to'g'ri keladigan shteyn tarkibini hosil qiladi.

Pechdagi 65,9343 kg konverter toshqoli qayta ishlanganida hosil bo'ladigan shteyn miqdori topiladi:

$$65,9343 \cdot \frac{0,025}{0,25} = 5,2747 \text{ kg.}$$

Olingan shteyndan toshqol tarkibi aniqlanadi:

$$5,2747 \cdot \frac{44}{49,7028} = 4,6695 \text{ kg.}$$

Bu toshqoldan shteyn olinadi:

$$4,6695 \cdot \frac{0,025}{0,25} = 0,3736 \text{ kg.}$$

Bu shteyndan toshqol:

$$0,3736 \cdot \frac{44}{49,7028} = 0,3307 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Yana bu toshqoldan shteyn:

$$0,3307 \cdot \frac{0,025 \cdot 0,8}{0,25} = 0,3736 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

$$\text{Bundan toshqol } \frac{0,02646 \cdot 44}{49,7028} = 0,0234 \text{ kg bo'ladi.}$$

Jami bo'lib, 100 kg boyitmadan quyidagi miqdorda shteyn olinadi:

$$74,48+5,2747+0,3736+0,02646=80,1548 \text{ kg.}$$

Bu shteyndan quyidagicha toshqol olinadi:

$$65,9343+4,6695+0,3307+0,0234=70,9579 \text{ kg.}$$

80,1548 kg shteynda  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori:

$$80,1548 \cdot 0,145969 = 11,7001 \text{ kg.}$$

70,9579 kg konverter toshqolidagi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  miqdori:

$$70,9579 \cdot 0,1725 = 12,2402 \text{ kg.}$$

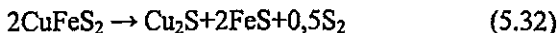
Eritish jarayonida hosil bo'lgan shteyn va konverter toshqolining ratsional tarkiblari 5.4, 5.5-jadvallarda keltirilgan.

### 5.6.3. Tashlandiq toshqolni hisoblash

Tashlandiq toshqol tarkibidagi alohida birikmalar miqdori hisoblanadi:

$\text{Cu}_2\text{S}$

Parchalanish (dissotsiatsiya) reaksiyasi natijasida:



## Eritish jarayonidagi shteynning ratsional tarkibi

Birik- malar	Su		Fe		S		O <sub>2</sub>		Hokazo		Miqdori	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Cu <sub>2</sub> S	20,0387	25			5,0554	6,3070					25,0941	31,3070
FeS			26,1015	32,5639	14,9833	18,6930					41,0848	51,2569
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			9,1666	11,4361			2,5335	3,1608			11,7001	14,5969
Hokazo									2,2758	2,8392	2,2758	2,8392
Jami	20,0387	25	35,2681	44	20,0387	25	2,5335	3,1608	2,2758	2,8392	80,1548	100



## Eritish jarayonidagi konverter toshqolining ratsional tarkibi

Birikmalar	Su		Fe		S		O <sub>2</sub>		SiO <sub>2</sub>		Hokazo		Miqdori	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Cu <sub>2</sub> S	1,774	2,5			0,4475	0,6307							2,2215	3,1317
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>			8,857	12,4821			3,3832	4,7697					12,2402	17,25
FeO			22,1284	31,1853			6,3394	8,9340					28,4678	40,1193
SiO <sub>2</sub>									17,0299	24			17,0299	24
FeS			4,2826	6,0354	2,4584	3,4646							6,741	9,5
Hokazo											4,26	6	4,2575	6
Jami	1,774	2,5	35,268	49,7028	2,9059	4,0953	9,7226	13,7019	17,0299	24	4,26	6	70,9579	100

$$\text{Su}_2\text{S miqdori: } \frac{49,1396 \cdot 159,14}{2 \cdot 183,51} = 21,3069 \text{ kg.}$$

Parchalanish reaksiyasi natijasida:



$$\text{Su}_2\text{S miqdori: } \frac{2,8443 \cdot 2 \cdot 159,14}{4 \cdot 95,6} = 2,3674 \text{ kg.}$$

Konverter toshqoli bilan 2,2215 kg  $\text{Su}_2\text{S}$  yuklanadi:  
Tashlandiq toshqol tarkibiga o'tadigan  $\text{Su}_2\text{S}$ :

$$21,3069 - 2,3674 - 2,2215 = 16,7180 \text{ kg.}$$

5%  $\text{Su}_2\text{S}$  tashlandiq toshqol quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



Hosil bo'lgan  $\text{Su}_2\text{O}$  miqdori:

$$\frac{0,05 \cdot 0,8017 \cdot 143,08}{159,14} = 0,0360 \text{ kg.}$$

(Su=0,0320 kg) (O<sub>2</sub>=0,004 kg)

$$\frac{1,5 \cdot 32}{143,1} \cdot 0,036 = 0,0121 \text{ kg kislorod sarf bo'ladi.}$$

SO<sub>2</sub> ning hosil bo'lish miqdori: kg.

$\text{Su}_2\text{S}$  qoladi:  $0,8017 - 0,95 = 0,7616$  kg (Su=0,6082 kg, S=0,1534 kg).

Toshqol tarkibi undagi mis bo'yicha aniqlanadi. Toshqol tarkibidagi mis miqdori 0,45 kg.

$$\text{Bundan toshqol miqdori: } \frac{100}{0,45} \cdot \frac{0,8017 \cdot 127,08}{159,14} = 142,2647 \text{ kg.}$$

FeS, FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Pechda (5.32) reaksiya bo'yicha:

$$\frac{49,1396 \cdot 87,91}{183,51} = 23,5402 \text{ kg hosil bo'ladi.}$$

Parchalanish reaksiyasi (5.8) bo'yicha:



$$\frac{26,9668 \cdot 87,91}{119,97} = 19,7653 \text{ kg.}$$

Konverter toshqoli bilan 6,741 kg Fe kelib tushadi.  
Hammasi bo'lib eritish jarayoniga:

$$23,5402 + 19,7603 + 6,741 = 50,0415 \text{ kg.}$$

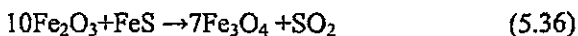
Shteyn bilan chiqib ketadi: 41,0848 kg Fe.

Pechda qolgan FeS: 50,0415 – 41,0848 = 8,9567 kg.

Hosil bo'lgan FeS miqdorining bir qismi pechda yuqori temir oksidlari bilan oksidlanadi. FeS oksidlanish reaksiyasi hisoblanadi va bu bilan yuqori temir oksidlari tengligi tekshiriladi. Konverter toshqoli bilan 12,2402 kg Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> chiqib ketadi. Tashlandiq toshqol tarkibidagi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> miqdori (topshiriq bo'yicha) 6%. Bundan tashlandiq toshqol tarkibidagi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> miqdori topiladi:

$$\frac{142,2047 \cdot 6}{100} = 8,5359 \text{ kg.}$$

Hammasi bo'lib pechdan: 11,7001 – 8,5359 = 20,236 kg Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> chiqib ketadi. Pechdagi reaksiya bo'yicha:



$$20,236 - 12,2402 = 7,9958 \text{ kg.}$$

Shu reaksiya bo'yicha Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qaytariladi:

$$7,9958 \cdot \frac{10 \cdot 159,7}{231,55 \cdot 7} = 7,8781 \text{ kg.}$$

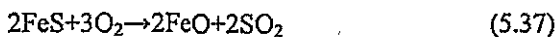
FeS oksidlanadi:  $\frac{7,9958 \cdot 87,91}{231,55 \cdot 7} = 0,4337 \text{ kg.}$

$$\text{Hosil bo'ladi: } \frac{7,9958 \cdot 64,06}{231,55 \cdot 7} = 0,3160 \text{ kg SO}_2$$

Qaytarilgan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  miqdoriga boyitma va fluslardagi gematitning umumiy miqdori ham kiradi. Boyitmadan tashqari (5.36) reaksiya bo'yicha 3,19 kg boshqa manbalardan qo'shimcha keltirilgan (fluslardan).

Qolgan temir  $\text{FeS}$   $8,9567 - 0,4412 = 8,5155 \text{ kg}$ .

Reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



$$\text{Hosil bo'lgan FeO miqdori: } \frac{8,5155 \cdot 71,85}{87,91} = 6,9598 \text{ kg.}$$

Oksidlanishga sarf bo'ladigan kislorod miqdori:

$$\frac{8,5155 \cdot 3 \cdot 32}{2 \cdot 87,91} = 4,6496 \text{ kg.}$$

$$\text{Hosil bo'lgan SO}_2 \text{ miqdori: } \frac{8,5155 \cdot 64,06}{87,91} = 6,2052 \text{ kg.}$$

$\text{CaO}$ : tashlandiq toshqol tarkibiga boyitmadan  $0,5771 \text{ kg}$  o'tadi.

$\text{SiO}_2$ : boyitmadan toshqol tarkibiga  $4,8755 \text{ kg}$  o'tadi.

Konverter toshqoli bilan  $17,0299 \text{ kg}$  o'tadi.

Hammasi bo'lib tashlandiq toshqol tarkibiga

$4,8755 + 17,0299 = 21,9054 \text{ kg}$  o'tadi.

Hokazolar:

Boyitma bilan yuklanadi:  $10,2705 \text{ kg}$ . Konverter toshqoli bilan yuklanadi:  $4,2575 \text{ kg}$ . Shteyn bilan chiqib ketadi:  $2,1146 \text{ kg}$ . Tashlandiq toshqol tarkibiga o'tadi:

$$10,2705 + 4,2575 - 2,1146 = 12,4134 \text{ kg.}$$

Fluslar tarkibi hisoblanadi.

Tashlandiq toshqol tarkibi asosiy toshqol hosil qiluvchilar bo'yicha hisoblanadi:

	kg	%
FeO	35,4276	61,1769
SiO <sub>2</sub>	21,9054	37,8266
CaO	0,5771	0,9965
Jami	57,9101	100

Fluslar tarkibi hisoblanganida toshqol tarkibini quyidagi berilgan toshiriq bo'yicha hisoblashga rioya qilinadi, ya'ni  $\text{FeO}$ –38%,  $\text{SiO}_2$ –36%,

$\Sigma\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –11,25% va hokazolar. Bundan  $\text{SiO}_2$  miqdori (toshqoldagi) hokazolarsiz 36% ni tashkil etishi kerak.

Asosiy toshqol hosil qiluvchilar bo'yicha  $\text{SiO}_2$  miqdori 40%,  $\text{FeO}$  miqdori 45% va  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –15% deb qabul qilinadi.

Fluslar tarkibiga:

Kvarsli ruda tarkibi: 73%– $\text{SiO}_2$ , 6%– $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 1%– $\text{CaO}$  va hokazolar (10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va hokazo).

Ohaktosh  $\text{SaO}$ –50%,  $\text{SiO}_2$ –4% va hokazolar, 3%  $\text{FeO}$  hisoblanadi.

x – deb kvarsli flus, y – deb ohaktoshli flus belgilanadi.

Asosiy toshqol hosil qiluvchilar 5.6-jadvalda tuzilgan.

5.6-jadval

*Toshqol hosil qiluvchilar miqdori*

Materiallar	FeO (kg)	SiO <sub>2</sub> (kg)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO
Boyitma va konverter toshqoli	35,4276	21,9054	0,5771
Kvarsli flus		0,73x	0,07u
Ohaktoshli flus	0,03x	0,07u	0,5u

Toshqol hosil qiluvchilar jadvali asosida tuzilgan toshqol tarkibi bo'yicha sistemalar tengligi hisoblanadi:

$$\frac{\text{FeO}}{\text{SiO}_2} = \frac{35,4276 + 0,03 y}{21,9054 + 0,73 x + 0,04 y} = \frac{45}{40}$$

$$\frac{\text{FeO}}{\Sigma\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{35,4276 + 0,03 y}{0,5771 + 0,73x + 0,5 y} = \frac{45}{15}$$

Bu tenglikni yechib, x = 12,746 kg, u = 21,1018 kg ekanligi topiladi. 12,746 kg kvarsli flus tarkibida:

$$12,746 \cdot 0,73 = 9,30458 \text{ kg SiO}_2$$

$$12,746 \cdot 0,06 = 0,76476 \text{ kg Al}_2\text{O}_3$$

$$12,746 \cdot 0,01 = 0,12746 \text{ kg SaO}$$

$$12,746 \cdot 0,1 = 1,2746 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3$$

$$12,746 \cdot 0,1 = 1,2746 \text{ kg hokazolar bor.}$$

21,1018 kg ohaktoshli flus tarkibida esa:

$$21,1018 \cdot 0,5 = 10,5509 \text{ kg SaO}$$

$$21,1018 \cdot 0,04 = 0,844072 \text{ kg SiO}_2$$

$$21,1018 \cdot 0,03 = 0,633054 \text{ kg FeO}$$

$$21,1018 \cdot 0,1 = 2,11018 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3$$

$$21,1018 \cdot 0,33 = 6,963594 \text{ kg hokazolar bor.}$$

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning kvarisli va ohaktoshli flus tarkibidagi miqdori:

$$1,2746 + 2,11018 = 3,38478 \text{ kg.}$$

Bu Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miqdoridan (5.36) reaksiya bo'yicha 3,19 kg qaytariladi.  
Qolgan o'zgarishsiz toshqol tarkibiga o'tadi:

$$3,38478 - 3,19 = 0,19478 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3$$

Tashlandiq toshqol tarkibida:

$$\text{SiO}_2 = 21,9054 + 9,30548 + 0,844072 = 32,05405 \text{ kg.}$$

$$\text{FeO} = 35,4276 + 0,633054 = 36,06065 \text{ kg.}$$

$$\text{CaO} = 0,5771 + 0,12746 + 10,5509 = 11,25546 \text{ kg.}$$

$$\text{Cu}_2\text{O} = 0,0360 \text{ kg.}$$

$$\text{Cu}_2\text{S} = 0,7616 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 = 8,5359 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,19478 \text{ kg.}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,76476 \text{ kg.}$$

$$\text{Hokazolar} = 20,4904 \text{ kg.}$$

$$\text{Hammasi} = 110,31 \text{ kg.}$$

Hisoblanganlar 5.7-jadvalga kiritiladi.

#### 5.6.4. Gazlarni hisoblash

Yallig' qaytaruvchi eritish texnologik jarayonining gazlari, bizning misolimizda, oksidlanish va parchalanish reaksiyalari orqali (5.32) reaksiya bo'yicha hosil bo'ladigan S<sub>2</sub>:

$$49,1396 \cdot \frac{32,06}{2 \cdot 183,51} = 4,2925 \text{ kg.}$$

## Tashlandiq toshqoqning ratsional tarkibi va miqdori

Birikmalar	Cu		Fe		O <sub>2</sub>		S		SiO <sub>2</sub>		SaO		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Hokazo		Miqdori		
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Cu <sub>2</sub> S	0,6082	0,55			0,1534	0,1387											0,7616	0,69	
Cu <sub>2</sub> O	0,0320	0,02		0,0036	0,004												0,0360	0,0326	
SiO <sub>2</sub>									32,05	29,058							32,054	29,0581	
CaO											11,255	10,204					11,255	10,2035	
Fe <sub>0</sub>			28,03044	25,4142	8,0303	7,418											36,060	32,8326	
Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			6,1766	5,5993	2,3593	2,139											8,5359	7,7381	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													0,7670,694				0,7647	0,6933	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0,1362	0,1235	0,0585	0,053											0,1947	0,1765	
Hokazo																20,491	18,58	20,490	18,5753
Jami	0,6402	0,58	34,34324	31,137	10,4520	9,614	0,1534	0,1384	32,05	29,058	11,255	10,204	0,7670,694		20,491	18,58	110,31	100	

(5.33) reaksiya bo'yicha:

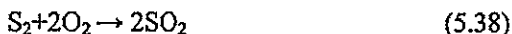
$$2,8443 \cdot \frac{64,12}{4 \cdot 95,6} = 0,4769 \text{ kg } S_2.$$

(5.34) reaksiya bo'yicha:  $26,9668 \cdot \frac{64,12}{2 \cdot 119,97} = 7,2064 \text{ kg } S_2.$

Hammasi bo'lib  $S_2$  miqdori:

$$4,2925 + 0,4769 + 7,2064 = 11,9758 \text{ kg}.$$

Elementar  $S_2$  kislorod bilan oksidlanadi:



Hosil bo'ladi  $SO_2$ :  $11,9758 \cdot \frac{2 \cdot 64,06}{64,12} = 23,9292 \text{ kg}.$

Sarf bo'ladigan kislorod miqdori:

$$11,9758 \cdot \frac{64}{64,12} = 11,9534 \text{ kg}.$$

(5.34) reaksiya bo'yicha  $0,0161 \text{ kg } SO_2$  hosil bo'ladi.

(5.36) reaksiya bo'yicha  $0,3160 \text{ kg } SO_2$

(5.37) reaksiya bo'yicha  $6,2052 \text{ kg } SO_2$

Hammasi bo'lib:

$23,9292 + 0,0161 + 0,3160 + 6,2052 = 30,4665 \text{ kg } SO_2$  hosil bo'ladi.

Yoki  $30,4665 \cdot \frac{22,4}{64,12} = 10,6433 \text{ nm}^3$

(5.34) reaksiya bo'yicha sarf bo'ladigan kislorod:  $0,0121 \text{ kg};$

(5.37) reaksiya bo'yicha  $4,6496 \text{ kg};$

(5.38) reaksiya bo'yicha  $11,9534 \text{ kg};$

Hammasi bo'lib:  $0,0121 + 4,6496 + 11,9534 = 16,6151 \text{ kg}$  yoki

$$16,6151 \cdot \frac{22,4}{32} = 11,6306 \text{ nm}^3 \text{ kislorod sarf bo'ladi.}$$



### 5.6.5. Jarayonning dastlabki ashyolar tengligi

Yuqorida qilingan hisoblar 5.7-jadval asosida dastlabki ashyolar tengligini umumlashtiruvchi jadval keltiriladi (5.8-jadval). Bu jadval texnologik jarayonda yoqilg'ining yonishini e'tiborga olmasdan olib borilgan jamlovchi hisob, deb hisoblanadi.

### 5.8-jadval

#### 100 kg uchun YaQE pechidagi dastlabki ashyolar tengligi

Materiallar va mahsulotlar	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hokazo	Miqdori
YUKLANDI									
Boyitma	19	31,04	32,7	1,4579	4,9	0,58		10,322	100
Kenverter toshqoli	1,774	35,268	2,9059	9,7226	17,029			4,2575	70,9579
Kvarsli flus		0,8975		0,3831	9,3045	0,1274	0,765	1,2746	12,746
Ohaktoshli flus		1,9681		0,7752	0,8441	10,550		6,9636	21,1018
Kislород				16,615					16,6151
Jami	20,774	69,174	35,6059	28,954	32,078	11,258	0,765	22,817	221,4
OLINDI									
Shteyn	20,038	35,2681	20,0387	2,5335				2,2758	80,1548
Tashlandiq toshqol	0,6402	33,7468	0,106	11,4563	32,054	11,255	0,7647	20,490	110,31
Chang	0,095	0,1551	0,1635	0,0074	0,0245	0,0029		0,0516	0,5
SO <sub>2</sub>			15,2475	15,219					30,4665
Jami	20,774	69,1735	35,6059	28,954	32,079	11,258	0,7647	22,817	221,4

### Yoqilg'ini hisoblash

Yoqilg'i sifatida Gazli gaz konidan olib keltirilgan tabiiy gazlar berilgan. Tabiiy gaz tarkibi:

$CH_4$ -92,8%,  $C_2H_6$ -5,1%,  $C_4H_8$ -0,4%,  $C_4H_{10}$ -0,2%,  $CO_2$ -0,4%,  $N_2$ -1,1%.

Namlilik miqdori  $25 \text{ g/m}^3 = w$ .

Ishchi gaz uchun quruq gaz miqdori hisoblanadi:

$$CH_4^H = \frac{100 \cdot CH}{100 + 0,214 \cdot 25} = \frac{100 \cdot 92,8}{100 + 0,214 \cdot 25} = 90,0096 \%$$

$$C_2H_6^H = \frac{100 \cdot 5,1}{100 + 0,214 \cdot 25} = 4,9467 \%$$

$$C_3H_8^H = \frac{100 \cdot 0,4}{100 + 0,214 \cdot 25} = 0,388 \%$$

$$C_4H_{10}^H = \frac{100 \cdot 0,2}{100 + 0,214 \cdot 25} = 0,194 \%$$

$$CO_2^H = \frac{100 \cdot 0,4}{100 + 0,214 \cdot 25} = 0,388 \%$$

$$H_2O^H = \frac{100 \cdot 1,1}{100 + 0,214 \cdot 25} = 1,0669 \%$$

$$H_2O^H = 0,124 \cdot 25 + \frac{100 \cdot 1,03}{100 + 0,214 \cdot 25} = 3,0068 \%$$

Yoqilg'i yonishi uchun nazariy havo miqdori:

$$L_{\text{naz}} = \frac{\sum (m + \frac{n}{4}) C_m H_n^B}{U} \quad , \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Bunda:  $U=21\%$  - havodagi kislorod miqdori,

$$L_{\text{naz}} = \frac{(1+1) \cdot 90,0096 + \left(2 + \frac{6}{4}\right) \cdot 4,9467 + (3+2) \cdot 0,388 + \left(4 + \frac{10}{4}\right) \cdot 0,194}{21} = 9,5492 \text{ m}^3$$

Yoqilg'ini yonishi uchun amaliy havo miqdori:

Bunda:  $\alpha=1,1$

$$L_{\text{amal}}=1,1 \cdot 9,5492=10,5041 \text{ m}^3$$

Gaz yonishidagi mahsulotlar miqdori;  $\text{m}^3/\text{m}^3$ :

$$V_{\text{CO}_2} = [\text{CO}_2^{\text{H}} + \text{CH}_4^{\text{H}} + \Sigma(\text{mC}_m\text{H}_n^{\text{H}})] \cdot 0,01$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,388 + 90,0096 + (2 \cdot 4,9467 + 3 \cdot 0,388 + 4 \cdot 0,194) \cdot 0,01 = 1,0223 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

$d_n$  - quruq havoning namligi,  $\text{g}/\text{sm}^3$ ;  $d_n=0$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = (290,0096 + 3 \cdot 4,9497 + 4 \cdot 0,388 + 5 \cdot 0,194 + 30068) \cdot 0,01 = 2,0039 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

$$V_{\text{N}_2} = [N_2^{\text{N}} + (100 - U) L_{\text{amal}}] \cdot 0,01$$

$$V_{\text{N}_2} = [1,0669 + (100 - 21)] \cdot 10,5041 \cdot 0,01 = 8,3089 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{O}_2} = U (\alpha - 1) L_{\text{naz}} \cdot 0,01$$

$$V_{\text{O}_2} = 21 \cdot (1,1 - 1) \cdot 9,5492 \cdot 0,01 = 0,2005 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Gaz yonishining umumiy mahsulotlari:

$$V_{\text{yon}} = V_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{O}_2}$$

$$V_{\text{yon}} = 1,0223 + 2,0039 + 8,3089 + 0,2005 = 11,5356 \text{ m}^3$$

Yonuvchi gaz mahsulotlarining tarkibi:

$$\text{CO}_2 = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{yon}}} \cdot 100 = \frac{1,0223}{11,5356} \cdot 100 = 8,8621 \text{ \%};$$

$$\text{N}_2\text{O} = \frac{2,0039}{11,5356} \cdot 100 = 17,3715 \text{ \%};$$

$$\text{O}_2 = \frac{0,2005}{11,5356} \cdot 100 = 1,7381 \text{ \%};$$

Yonish mahsulotlarining zichligi:

$$\rho = \frac{44 \text{ CO}_2 + 18 \text{ H}_2\text{O} + 28 \text{ N}_2 + 32 \text{ O}_2}{22,4 \cdot 100} =$$

$$\frac{44 \cdot 8,8621 + 18 \cdot 17,3715 + 28 \cdot 72,0283 + 32 \cdot 1,7381}{22,4 \cdot 100} = 1,2389 \text{ kg/m}^3.$$

Gazsimon yoqilg'ining yonish issiqligi:

$$\begin{aligned} Q_H^p &= 85,6 \cdot \text{CH}_4^H + 152,3 \cdot \text{C}_2\text{H}_6^H + 218 \cdot \text{C}_3\text{H}_8^H + 283,4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10}^H - \\ &- 4,82 \cdot \text{H}_2\text{O}^H = 85,6 \cdot 90,0096 + 152,3 \cdot 4,9467 + 218 \cdot 0,388 + 283,4 \cdot \\ &\cdot 0,194 - 4,82 \cdot 3,0068 = 8583,2835 \text{ kkal/m}^3 \end{aligned}$$

Yoqilg'i yonishining ashyolar tengligi 5.9-jadvalda keltirilgan.

Yonish haroratining maksimal nazariy harorati:

$$t_{\text{naz}} = \frac{Q_H^p + Q_{\text{fiz}} - Q_{\text{par}}}{\sum V_{\text{yon}} C_{\text{yon}}}$$

$$Q_{\text{fiz}} = C_{\text{yon}} \cdot t_{\text{yon}} + V_{\text{havo}} \cdot C_k \cdot t_x$$

$$t_{\text{yon}} \text{ sa} \cdot t_x = 25^0 \quad C_{\text{yon}} = 0,4$$

$$Q_{\text{fiz}} = 0,4 \cdot 25 - 0,311 \cdot 10,50415 \cdot 25 = 91,6698 \text{ kkal.}$$

$$Q_{\text{par}} = 2600 \cdot a \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + 3000 \cdot b \cdot V_{\text{CO}_2} \text{ kkal.}$$

Oqova gazning harorati taxminiy  $t_{\text{naz}} = 1850^0\text{C}$  qabul qilinib,  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{SO}_2$  parchalanishiga ketadigan issiqlik topiladi. Grafikdan  $1850^0\text{C}$  haroratda parsial bosim

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ sa } P_{\text{CO}_2} = 0,1 \text{ ga teng.}$$

$$a = 0,022; b = 0,08$$

$$Q_{par}=2600 \cdot 0,022 \cdot 2,0039 - 3000 \cdot 0,08 \cdot 1,0223 = 359,98 \text{ kkal.}$$

$\Sigma V_{yon} S_{yon}$  alohida gaz birikmalarining issiqlik sig'imi bo'yicha topiladi.

$$\Sigma V_{yon} S_{yon} = 1,0223 \cdot 0,5806 + 2,0039 \cdot 0,4575 + 8,3089 \cdot 0,3521 - 0,2005 \cdot 0,3726 = 4,53923.$$

$$t_{naz} = (8583,2835 + 91,6698 + 359,98) : 4,53923 = 1990^{\circ}\text{C}$$

Shunday qilib,  $t_{naz}$  qiymati oldin qabul qilingan qiymatdan unchalik farq qilmaydi va tugallangan hisob harorati, deb qabul qilish mumkin.

Yoqilg'ining yonishi hisoblarining yakunida 100 kg boyitma yoki 133,8478 kg qattiq shixta uchun gazlar sarfi topiladi.

### 5.9-jadval

#### Yoqilg'i yonishining gazsimon materiallar tengligi

Kelib tushdi		
Gazlar	Butun hajmi, m <sup>3</sup>	Og'irligi bo'yicha, kg
CH <sub>4</sub>	90,0096	64,2926
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	4,9467	6,6250
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,388	0,76214
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,194	0,5023
CO <sub>2</sub>	0,388	0,76214
N <sub>2</sub>	1,0669	1,3336
H <sub>2</sub> O	3,0068	2,6162
Havo		
O <sub>2</sub>	220,5861	315,123
N <sub>2</sub>	829,8239	1037,2798
Jami	1150,41	1429,3
Olindi		
CO <sub>2</sub>	102,23	200,8089
H <sub>2</sub> O	200,39	161,0278
N <sub>2</sub>	830,89	1038,6128
O <sub>2</sub>	20,05	28,8429
Jami	1153,56	1429,3

$$X = \frac{m_{oxir} \cdot q_{son.o'r}}{(800 \cdot \frac{Q}{H} + 310 \cdot V_x \cdot t_x - 330 \cdot V_{ch.r.} \cdot t_r \cdot x)}$$

$$X = \frac{0,1 \cdot 252870,6}{(800 \cdot 8583,2835 + 310 \cdot 10,504125 - 330 \cdot 11,5356 \cdot 1300)} =$$

$$= 0,0131627 \text{ ming } m^3 = 13,1627 m^3.$$

100 kg boyitma uchun gazsimon yoqilg'i va havoning ratsional tarkibi haqida 5.10-jadval tuziladi. 100 kg boyitmani qayta ishlashdan olgan gazli qorishma va yoqilg'ining yillik ratsional tarkibi 5.11-jadvalda keltirilgan.

Yallig' qaytaruvchi eritish jarayonining to'liq ashyolar tengligi 5.12-jadvalda keltirilgan.

### 5.7. Yallig' qaytaruvchi eritish pechining issiqlik tengligini hisoblash

Shixtaning issiqlik miqdorini aniqlash.

Shixtaning issiqlik miqdorini aniqlash uchun avval shixta eritishning issiqlik tengligi tuziladi.

Dastlab issiqlik tengligining 100 kg boyitma uchun alohida qismlari hisoblanadi.

#### Qattiq shixtaning fizikaviy issiqligi

Qattiq shixta pechga 25°C haroratda yuklanadi.

Asosiy birikmalarning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi hisoblanadi: (Su<sub>2</sub>S, CuFeS<sub>2</sub>, FeS<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO)

$$C_{son}^{o'r} = \frac{\sum m_i c_i}{\sum m_i}$$

$$C_{Cu_2S} = C_{CuFeS_2} = 0,169 \text{ kkal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{Fe_2O_3} = 0,188 \text{ kkal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{FeS_2} = 0,202 \text{ kkal/ kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{SiO_2} = 0,217 \text{ kkal/ kg } ^\circ\text{C}$$

100 kg boyimani qayta ishlash uchun pechga kelib tushadigan yoqitg'i  
va havoning ratsional tarkibi

Birlik- malar	Miqdori			S		N		O <sub>2</sub>		N <sub>2</sub>		
	kg	% og'ir	mm <sup>3</sup>	% hajm	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
SN <sub>4</sub>	8,1675	3,2277	11,4345	5,5998	6,1256	2,4208	2,0419	0,8069				
S <sub>2</sub> N <sub>6</sub>	0,8496	0,3326	0,6284	0,3116	0,6733	0,2661	0,1683	0,0665				
S <sub>3</sub> N <sub>8</sub>	0,0968	0,0383	0,0493	0,0244	0,0792	0,0313	0,0176	0,007				
S <sub>4</sub> N <sub>10</sub>	0,0638	0,0251	0,0246	0,0122	0,0528	0,0208	0,011	0,0043				
SO <sub>2</sub>	0,0968	0,0383	0,0493	0,024	0,0264	0,0105			0,0704	0,0278	0,0278	
N <sub>2</sub>	0,1694	0,0669	0,1355	0,0672							0,1694	0,0669
H <sub>2</sub> O	0,3069	0,1213	0,382	0,1894			0,0341	0,0135	0,2728	0,1078		
Havo O <sub>2</sub>	56,6914	24,4038	0,39684	19,6772					56,6914	22,403		
N <sub>2</sub>	186,6093	73,746	149,287	74,0238							186,609	73,746
Jami	253,0453	100	201,675	100	6,9573	2,7495	2,2729	0,8982	57,0346	22,5394	186,778	73,8129

$$C_{CaO} = 0,194 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$$

$\text{Cu}_2\text{S}$  va  $\text{CuFeS}_2$  miqdori  $49,1396+2,8443=51,9839 \text{ kg}$ .

$\text{FeS}_2$  miqdori  $26,9668 \text{ kg}$ .

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  miqdori  $4,8262+1,2746+2,11018=8,21098 \text{ kg}$ .

$\text{SiO}_2$  miqdori  $4,8755+9,30458+0,844072=15,0242 \text{ kg}$ .

$\text{SaO}$  miqdori  $0,5771+0,12746+10,5509=11,2555 \text{ kg}$ .

$$C_{\text{son}}^{\text{o'r}} = \frac{51,9839 \cdot 0,169 + 26,9668 \cdot 0,188 + 8,21098 \cdot 0,202}{51,9839 + 26,9668 + 8,21098} =$$

$$= \frac{51,0242 \cdot 0,217 + 11,2555 \cdot 0,194}{15,0242 + 11,255} = 0,1847 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}.$$

Boshqa birikmalarning solishtirma sig'imi asosiy birikmalarning solishtirma sig'imiga teng qilib olinadi.

Qattiq shixta bilan olib kiriladigan issiqlik miqdori:

$$0,1847 \cdot (100+12,746+21,1018) \cdot 25=618,0422 \text{ kkal}.$$

### *Shteynning fizikaviy issiqligi*

Tashlandiq toshqolning harorati diagramma bo'yicha ( $1150^{\circ}\text{C}$ ) aniqlangan. Qizib ketishini hisobga olib, tashlandiq toshqolning harorati  $1200^{\circ}\text{C}$ , deb qabul qilinadi. Shteynning harorati  $50-70^{\circ}\text{C}$  toshqol haroratidan past. U  $1150^{\circ}\text{C}$  deb olinadi. Bu haroratda 25 foizli mis shteynining issiqlik miqdori  $250 \text{ kkal/kg}$  ni tashkil etadi. Shteyn bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:

$$250 \cdot 80,1548=20038,7 \text{ kkal}.$$

### *Suyuq konverter toshqolining fizikaviy issiqligi*

Suyuq konverter toshqolining harorati  $1150^{\circ}\text{C}$ , deb qabul qilinadi. Bu haroratda konverter toshqolning issiqlik miqdori taxminan  $325 \text{ kkal/kg}$ . Konverter toshqoli bilan olib kiriluvchi issiqlik miqdori:

$$325 \cdot 70,9579=23061,317 \text{ kkal}.$$



## 5.11-jadval

100 kg boyitma qayta ishlanganidan so'ng olingan gazli qorishma va yonilg'ining yillik ratsional tarkibi

Birik- malar	Miqdori			C		N		O <sub>2</sub>		S		N <sub>2</sub>	
	kg	%	nm <sup>3</sup>	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
SO <sub>2</sub>	25,5101	9,5597	12,99	6,9673	2,61			18,5528	6,953				
H <sub>2</sub> O	20,4561	7,6658	25,46			2,2729	0,85	18,1832	6,814				
O <sub>2</sub>	3,6387	1,3636	2,55					3,6387	1,364				
N <sub>2</sub>	186,7787	69,9939	149,42									186,778	69,99
SO <sub>2</sub>	30,4665	11,4171	10,65					15,219	5,703	15,24	15,714		
Jami	266,85	100	201,07	6,9673	2,61	2,2729	0,85	55,6	20,834	15,24	15,714	186,778	69,99

## Yallig' qaytaruvchi eritish pechini unumiy materiallar tengligi

№	Material va mahsulotlar	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	Si <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	H	N <sub>2</sub>	Hokazo	Jami
1	Boyitma	19	31,04	32,7	1,4579	4,9	0,58					10,3221	100
2	X-onverter toshqoli	1,774	35,268	2,9059	9,7226	17,0299						4,2575	70,95
3	Kvarsli flus		0,8975		0,3831	9,30458	0,1274	0,7647				1,2746	12,74
4	Ohaktoshli flus		1,96802		0,77521	0,844072	10,550					6,96359	21,10
5	Havo				56,6914						186,6		243,4701
6	Tabiiy gaz				0,3432				6,9573	2,272	0,169	0,1694	9,7428
	Jami	20,774	69,173,52	35,6059	69,37341	32,078552	11,2583	0,76476	6,9573	2,272	186,7	22,987194	458,0186
OLINDI													
1	Shveytn	0,0387	35,2681	20,0387	2,5335							2,2758	80,1548
2	Tashlandiq toshqol	0,6402	33,7468	0,106	11,4563	32,05405	11,255	0,7647				20,4904	110,3
2	Chang	0,095	0,1551	0,1635	0,0074	0,0245	0,0029					0,0516	0,5
4	Gazlar			15,2475	55,6				6,9573	2,272	186,7		266,85
	Jami	20,774	69,17352	35,6059	69,37341	32,078552	11,2583	0,76476	6,9573	2,272	186,7	22,98719	458,0186

### *Changning fizikaviy issiqligi*

Tashlandiq toshqolning harorati  $1200^{\circ}\text{C}$ .

Bundan kelib chiqib pech ortidagi oqova gazlar, ya'ni chiqib ketuvchi gazlarning harorati  $1300^{\circ}\text{C}$ . Changning harorati oqova gazlar haroratiga teng. Changning issiqligini va hokazo mahsulotlardagi birikmalarining o'rtacha issiqlik sig'imini hisoblashning hojati yo'q. U  $0,2 \text{ kkal/kg } ^{\circ}\text{C}$  ga teng, deb qabul qilinadi.

Chang bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori:  $0,2 \cdot 0,5 \cdot 1300 = 130 \text{ kkal}$ .

### *Tashlandiq toshqolning fizikaviy issiqligi*

Tashlandiq toshqolning issiqlik miqdori diagrammasidan aniqlanadi.

Berilgan toshqolning asosini tashkil etuvchilar ( $45\% \text{ FeO}$ ,  $40\% \text{ SiO}_2$  va  $15\% \Sigma \text{ Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ) orqali diagrammadan  $270 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$  issiqlik miqdori topiladi. Toshqol tarkibida toshqol xususiyatiga ta'sir qiluvchi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bo'lganligi uchun issiqlik miqdori  $300 \text{ kkal/kg}$ , deb qabul qilinadi.

$$300 \cdot 110,31 = 33093,0 \text{ kkal.}$$

### *Oqova gazlarning fizikaviy issiqligi*

$\text{SO}_2$  oqova gazning hajmi  $10,6433 \text{ nm}^3$ . Gazning harorati  $1300^{\circ}\text{C}$ . Bu haroratda  $\text{SO}_2$  issiqlik miqdori  $715,3 \text{ kkal/nm}^3$  bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$715,3 \cdot 10,6433 = 7613,1524 \text{ kkal.}$$

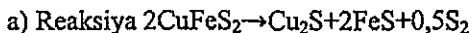
### *Purkashning fizikaviy issiqligi*

Purkashdagi kislorod miqdori:  $5,8308 \text{ nm}^3$   $25^{\circ}\text{C}$  haroratda kislorodning o'rtacha issiqlik sig'imi  $0,313 \text{ kkal/nm}^3 \cdot \text{grad}$ . Purkash orqali olib kiriluvchi issiqlik:

$$25 \cdot 0,313 \cdot 11,6306 = 91,0094 \text{ kkal.}$$

### 5.7.1. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar issiqligi

Ekzotermik va endotermik reaksiyalarning issiqlik samarasi hosil bo'ladigan alohida birikmalarning issiqligi Gess qonuni bo'yicha hisoblanadi.



Reaksiyadan hosil bo'lgan birikmalar issiqligi, kkal/kg·mol:

$\text{CuFeS}_2 = 40940$ ,  $\text{Cu}_2\text{S} = 19000$ ,  $\text{FeS} = 22720$ ,  $\text{S} = -30840$ .

Reaksiyaning issiqlik samarasi aniqlanadi:

$$Q = (19000 + 2 \cdot 22720 + 0,5 \cdot (-30840)) - 2 \cdot 40940 = -32860 \text{ kkal.}$$

49,1396 kg  $\text{CuFeS}_2$  parchalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$- 32860 \cdot \frac{49,1396}{183,51} = -8799,1237 \text{ kkal.}$$



Reaksiyani tashkil etuvchi birikmalarning issiqligi, kkal/mol·kg:

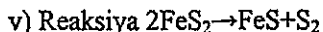
$$\text{CuS} = 11600; \text{Cu}_2\text{S} = 19000; \text{S}_2 = -30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q = (2 \cdot 19000 - 30840) - (4 \cdot 11600) = -39240 \text{ kkal.}$$

2,8443 kg  $\text{CuS}$  dissotsiyalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$- 39240 \cdot \frac{2,8443}{95,60} = -1167,472 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol·kg:

$$\text{FeS}_2 = 42520; \text{FeS} = 22720; \text{S}_2 = -30840$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=(2 \cdot 22720 - 30840) - 2 \cdot 42520 = -70440 \text{ kkal.}$$

26,9668 kg FeS<sub>2</sub> parchalanadi. Reaksiyadan issiqlik sarfi:

$$- 70440 \cdot \frac{26,9668}{119,97} = -15833,496 \text{ kkal.}$$

g) Reaksiya  $S_2 + 2O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2 \cdot 70960$  kkal.

(5.32), (5.33), (5.34) reaksiyalar bo'yicha 11,9758 kg S<sub>2</sub> ajralib chiqadi.

Reaksiyaning issiqlik samarasi 70960·2 kkal.

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$70960 \cdot \frac{11,9758}{64,12} = 26506,635 \text{ kkal.}$$

d) Reaksiya  $10Fe_2O_3 + FeS \rightarrow 7Fe_3O_4 + SO_2$

Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/kg · mol:

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=196500; FeS = 22720; Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>=267000; SO<sub>2</sub>=70960.

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q = 7 \cdot 267000 + 70960 - (10 \cdot 196500 - 22720) = -47760 \text{ kkal.}$$

Oksidlangan FeS miqdori 0,4337 kg. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$- 44760 \cdot \frac{0,4337}{87,91} = -220,8214 \text{ kkal.}$$

e) Reaksiya:  $2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 3SO_2$

Reaksiya komponentlari hosil bo'lish issiqligi, kkal/kg · mol:

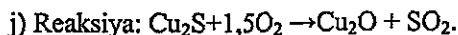
FeS=22720, FeO=63700, SO<sub>2</sub>=70960

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=(2 \cdot 63700 + 3 \cdot 70960) - 2 \cdot 22720 = 294840 \text{ kkal.}$$

Oksidlanuvchi FeS miqdori -8,5155kg. Reaksiya bo'yicha ajraladigan issiqlik miqdori:

$$294840 \cdot \frac{8,5155}{2 \cdot 87,91} = 14280,002 \text{ kkal.}$$



Reaksiya birikmalarining issiqligi, kkal/kg·mol:

$$\text{Cu}_2\text{S}=19000, \text{Cu}_2\text{O}=39840, \text{SO}_2=70960.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=70960+39840-19000=-79200 \text{ kkal.}$$

Oksidlanuvchi  $\text{Cu}_2\text{S}$  miqdori 0,8017 kg.

Reaksiya bo'yicha sarf bo'ladigan issiqlik:

$$-79200 \cdot \frac{0,05 \cdot 0,8017}{159,14} = -19,9493 \text{ kkal.}$$



Toshqol tarkibidagi FeO miqdori fayalit  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$  miqdori bilan bog'liq.  $\text{SiO}_2$  miqdori bilan reaksiyaga kirishuvchi FeO miqdori 36,06065 kg.

Reaksiya birikmalarining issiqligi, kkal/kg·mol:

$$\text{SiO}_2=205400, 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2=343700, \text{FeO}=63700.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=343700-(2 \cdot 63700+205400)=10900 \text{ kkal.}$$

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$10900 \cdot \frac{36,06065}{2 \cdot 71,85} = 2735,2893 \text{ kkal.}$$

Endotermik reaksiyalar natijasida yutiladigan issiqlikning umumiy miqdori:

$$8799,1237+1167,472+15833,469+220,8214+19,9493=26040,834 \text{ kkal.}$$

Ekzotermik reaksiyalar natijasida ajralgan issiqlikning umumiy miqdori:

$$26506,635+14280,002+2735,2893=43521,926 \text{ kkal.}$$

Atrof-muhitga yo'qoluvchi issiqlik miqdori 5855,3 kkal.  
Shixtani eritish jarayonining issiqlik tengligi tuziladi.  
100 kg boyitmani qayta ishlash mobaynidagi issiqlik tengligi 5.13-jadvalda ko'rsatilgan.

### 5.7. 2. Issiqlikning kelishi va sarfi

1. Gazlarning yonishidan issiqlik.

Yoqilg'ining solishtirma sarfi – 12,6482 m<sup>3</sup>.

$$12,6482 \cdot 8583,2835 = 108563,08 \text{ kkal.}$$

2. Qattiq shixtaning fizikaviy issiqligi – 618,0422 kkal.

3. Suyuq konverter toshqolining issiqligi – 23061,317 kkal.

4. Yonishga sarf bo'ladigan havoning fizikaviy issiqligi:

$t_h = 25^{\circ}\text{C}$ . Havo miqdori 243,3007 kg.  $25^{\circ}\text{C}$  dagi issiqlik miqdori:

$$25 \cdot 0,24 = 6 \text{ kkal/kg. Havo bilan olib kiriluvchi issiqlik miqdori: } 6 \cdot 243,3007 = 1459,8042 \text{ kkal.}$$

5. Yoqilg'ining fizikaviy issiqligi tabiiy gazning solishtirma sig'imi: 0,4 kkal/kg,  $t_h = 25^{\circ}\text{C}$ , issiqlik miqdori:

$$0,4 \cdot 25 \cdot 9,5492 = 95,492 \text{ kkal.}$$

6. Ekzotermik reaksiyalar issiqligi: 43517,206 kkal.

Issiqlik sarfi:

1. Shteynning fizikaviy issiqligi 20037,875 kkal.

2. Tashlandiq toshqolning fizikaviy issiqligi 33093,0 kkal.

3. Changning fizikaviy issiqligi 130 kkal.

4. Oqova gazlar bilan chiqib ketuvchi issiqlik. Oqova gazlar harorati  $1300^{\circ}\text{C}$ ; gazsimon birikmalarning issiqlik miqdori shu haroratda, kkal/nm<sub>3</sub>.  
 $\text{CO}_2 - 714,7$ ,  $\text{SO}_2 - 715,3$ ,  $\text{H}_2\text{O} - 555,7$ ,  $\text{O}_2 - 470,5$ ,  $\text{N}_2 - 444,9$ .

Oqova gazlar tarkibi 5.11-jadvalda keltirilgan.

Oqova gazlar bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$Q_i = \sum_i V_i C_i = 12,986 \cdot 714,7 + 25,4767 \cdot 555,7 + 2,5471 \cdot 470,5 = 98735 \text{ kkal.}$$

5. Endotermik reaksiyalar issiqligi: 26044,648 kkal.

6. Atrof-muhitga yo'qoluvchi issiqlik: 5855,3 kkal.

Hisoblangan qismlar asosida yallig' qaytaruvchi eritish pechining issiqlik tengligi 5.13-jadvalda keltirilgan.

Yallig' qaytaruvchi eritish pechining issiqlik tengligi

№	Issiqlik kelishi	kkal	%	№	Issiqlik sarfi	kkal	%
1	Yoqilg'ining yonish issiqligi	109038,6	59,2917	1	Shtheymning issiqligi	20037,875	10,896
2	Qattiq shixtaning issiqlik miqdori	618,3645	0,33625	2	Tashlandiq toshqol issiqligi	33093,0	17,995
3	Suyuq konverter toshqoli issiqligi	23048,675	12,5331	3	Chang issiqligi	130	0,0706
4	Havoning issiqligi	1459,8042	0,7938	4	Oqova gazlar issiqligi	98735,475	53,6892
5	Yoqilg'ining issiqligi	95,492	0,0519	5	Endotermik reaksiyalar issiqligi	26044,648	14,1622
6	Ekzotermik reaksiyalar issiqligi	43,517,206	23,66325	6	Atrof-muhitga yo'qoluvchi issiqlik	5861,06	3,187
7	Hokazo yo'qolishlar issiqligi	6123,93	3,33				
	Jami	183902,05	100		Jami	183902,05	100



## VI BOB MISLI SHTEYNLARNI KONVERTERLASH

### 6.1. Jarayon haqida umumiy tushuncha

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 shteynni konverterlashdan asosiy maqsad tarkibiga oltin, kumush va boshqa ayrim nodir metallarni birlashtirgan holda, tarkibida 96–98 % mis bo'lgan xomaki mis olishdir.

Konverterlash so'zi o'zi suyuq holdagi shteyn tarkibidagi temir va oltingugurtning 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 metalni olishga muvassar 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  $\text{Cu}_2\text{S}$  hamda  $\text{FeS}$  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 va boshqa 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 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 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, gorizontol holatdagi konverterlar ishlatib kelinmoqda. Jumladan, Olmaliq mis eritish zavodida ham gorizontol konverterlar ishlatilmoqda. Shuning uchun ham gorizontol 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.

Gorizontol 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 oralg'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 gorizontol 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:

Furmaldagi solishtirma	
purkash sarfi, $\text{m}^3(\text{sm}^3 \cdot \text{min})$	0,5–1,2
purkash bosimi, MPa	0,1–0,12
furmadan purkalanuvchi	
purkash tezligi, $\text{m}^3/\text{s}$	100–150
koeffitsiyenti, %	95–98
purkash ostida konverterning ishlash vaqti, %	65–80
havo sarfi, $\text{m}^3$	

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

## 6.2. Konvertorlash nazariyasi va ishlash prinsiplari

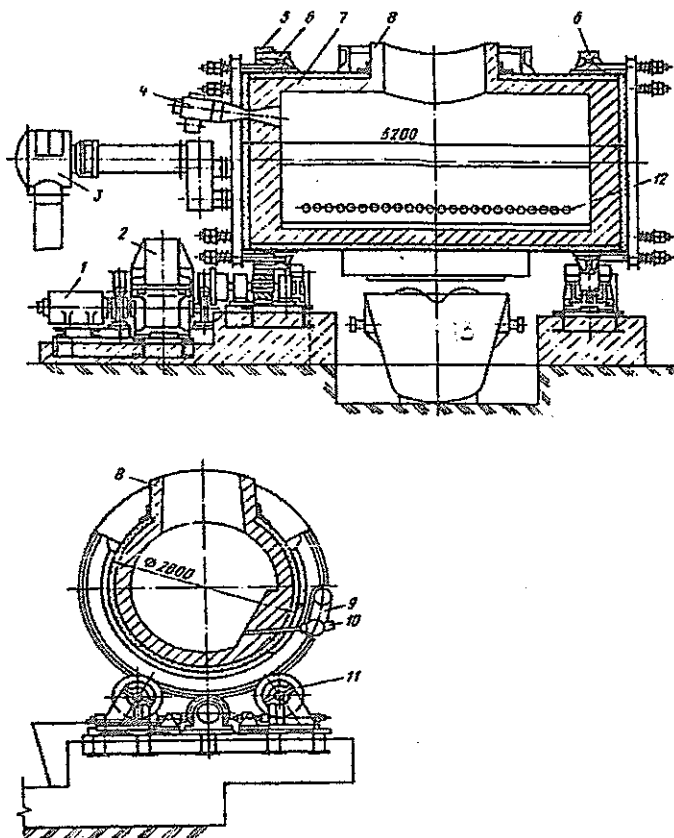
Odatda, eritish pechlarida olingan shteyn tarkibida 24–40% Cu, 24–26% S va 35–45% Fe bor. Shteynlarni konverterlash jarayonining maqsadi – temir va oltingugurtni chiqarib tashlashdir. Jarayon davrida bir qator zararli moddalar ham ajralib chiqadi. Oltin, kumush va boshqa nodir metallar xomaki mis tarkibiga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

Jarayon 6.1-rasmda ko'rsatilgan maxsus dastgoh – konverterlarda o'tkaziladi. Konverter tepa qismida bo'g'izli teshigi bor, gorizontol quvur-simon 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 furnalar 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. Furnali 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  $SO_2$  shaklida critmadan ajralib chiqib, gazsimon holatga o'tadi.



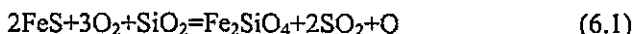
6.1-rasm. Gorizontal konverter.

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.

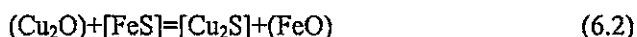
Mis shteynini konvertorlash davomida havo eritma hajmidan nihoyatda tez – 0,13 sekundda o'tadi. Bunda kislorodni o'zlashtirish darajasi 95 % ni tashkil etadi. Hisobotlarga ko'ra, har bir jarayonning minutda suyuq vannadagi kislorodga muhtojlikning faqat yuz mingdan bir qismigina qondiriladi. Bu reaksiyalarning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

Misli shteynlarni konvertorlash eritmadagi oltingugurtli birikmalarning purkalanayotgan havo tarkibidagi kislorod yordamida oksidlanishiga asoslangan [21, 22].

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:

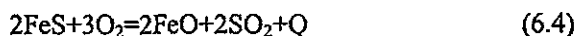


Kimyoda shu narsa ma'lumki, temirning misga nisbatan kislorodga moyilligi yuqori bo'lsa, misning oltingugurtga moyilligi temirga nisbatan yuqoridir.

Shuning uchun ham konverterlashning I bosqichiga asosan, temir havo purkash 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 SiO<sub>2</sub> 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 kvars bilan birgalikda qaytarilib,  $\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$  hosil bo'lishiga olib keladi. Ushbu (6.2) reaksiya  $1200^\circ\text{C}$  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 ( $1400^\circ\text{C}$ 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 [31].

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 kvarsning erish tezligining nordonligi ham ortib boradi.

Toshqol tarkibida  $\text{SiO}_2$  23–26%da bo'lishi eng qulay miqdordir [30].

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 [28,32,33].

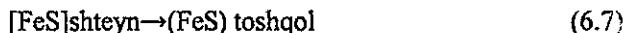
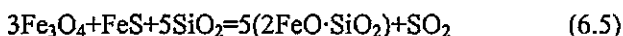
Kvars rudasining o'lchami maydalashgani sayin, uning eruvchanlik tezligi ortib boradi. Shuning uchun ham ularning eng qulay me'yori olib borilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar natijasiga ko'ra, 10–20 mm bo'lishi maqsadga muvofiq. Undan kvars konverterga yuklanganda pech bo'g'zidan chiqayotgan oqova gaz bilan chiqib ketish ehtimoli ko'p. Ko'p hollarda flusni iloji boricha kam miqdorda ishlatish, uning tarkibidagi  $\text{SiO}_2$  miqdorini 90% va undan ham ortiq bo'lgan, kimyoviy reaksiyaga tez kirisha oladigan kvarsli 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 ( $1600^{\circ}\text{C}$ , 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.  $1200^{\circ}\text{C}$  haroratda temir oksidining sulfidli birikmalarda eruvchanligi 40–60 %gacha boradi.  $\text{FeO}$  yuqori eruvchanligi gamogenli sulfid-oksidi eritmaning hosil bo'lishiga olib keladi. Shteyn tarkibida  $\text{Cu}_2\text{S}$  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:

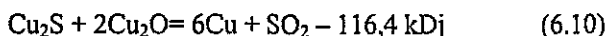
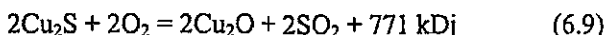


Jarayon mobaynida konverter gazlar yordamida vannaning faol biqirlashi natijasida magnetit sulfid yordamida qaytariladi va gaz pufakchalari tarkibida  $\text{SO}_2$  ning parsial bosimi kamayadi. Birinchi bosqichda hosil bo'lgan toshqol pechga engashib to'kiladi va  $\text{YaQP}$ ga jo'natiladi.

Konverter esa shteynni  $1200\text{--}1250^{\circ}\text{C}$  haroratda qabul qilib, yana havo bilan purkash davom etadi. Bu jarayon bir necha bor qaytarilib, toshqol bir necha bor to'kiladi va misga boy oltingugurtli boyitma (oq matt) olinadi. 1-bosqich davomida konverterlarda harorat juda tez sur'atlarda, ya'ni minutiga  $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$  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 kvars rudalarni, hatto mis sulfidli boyitmani ham qayta eritish mumkin bo'ladi.

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

Konverter jarayonining ikkinchi bosqichi oq shteyn –  $Su_2S$  ni havo bilan purkash natijasida oksidlantirib, xomaki mis olishdir. Oq shteynni purkash davrida bir paytda ikkita reaksiya boradi:  $Su_2S$  ni  $SuO$  qisman oksidlanish va mis birikmalarining o‘zaro bog‘lanishlari:



Ikkala reaksiya kislorodning o‘zlashtirish darajasi 90 % dan yuqori-roqni tashkil qilishi bilan tez va to‘liq o‘tadi. Konverterning hajmidagi haroratlarda ( $1150^{\circ}C$  balandroq)  $SO_2$  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:

1) 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  $SO_2$  ajralib chiqadi;

2) Suyuq mis yarim oksidini konverterga quyish mumkin emas, chunki ikkita suyuqlik aralasha, 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  $1083^{\circ}C$ , 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 tashqi qatlam–xomaki mis, unda 1,8 % gacha oltingugurt bo‘ladi. Purkash davrida pastki qatlam yuqoridagi qatlam kamayishi hisobiga o‘sib boradi.

Mis yarim sulfidini oksidlantirish uchun haroratni har doim yuqori qatlamga berish kerak, shuningdek, mis zavodlarida furnalar konverterning biqinida joylashadi. Metallurg ishchi-mutaxassis havoning to‘g‘ri kelishini doim nazorat qilishi kerak va konverterni aylantirib, havo yo‘lini oq shteynga yo‘naltirishi lozim.



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

Shteynni purkashdan oldin konverter, yoqilg'i yondirish yoki oldinga o'tgan jarayon hisobiga yuqori haroratda isitilgan bo'ladi. Aniqlangan ekzotermik reaksiyalar borishi davomida ajralib chiqqan issiqlik jarayon talab qilgan issiqlikni to'la 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 o'tkazish qobiliyatiga ega ekanligi sababli haroratning pasayish tezligi ancha ortadi va  $3-8^{\circ}\text{C}/\text{minutni}$  tashkil qiladi.

Mis shteynlarida rux va qo'rg'oshindan boshqa bir qator nodir va zarrali ikkilamchi metallar bor. Amaliyotdan ma'lumki, shteyn tarkibidagi zararli moddalar gaz bilan quyidagi darajada yo'qotiladi %: 84 As, 73 Sb va 96 Bi.

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

Konverterda furmadan chiqayotgan havoning boshlang'ich tezligi 100–170 m/s ni tashkil qiladi. Havo oqimining katta tezligi oksidlantirish reaksiyalarining tez va to'liq o'tishiga 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'sishidan 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.

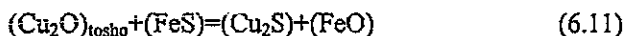
Faqat bu tadbirni qo'llashda haroratning keskin ortishi natijasida olovbardosh g'ishtlarning tezda ishdan chiqishini e'tiborga olish lozim.

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 %  $\text{SiO}_2$  bo'lishi kerak.

II bosqich temir sulfidining (FeS) shteyn tarkibidagi faolligining kamayishi bilan boshlansa-da,  $\text{Cu}_2\text{S}$  faolligi ortib boradi. Bu o'z navbatida, temir oksidi (FeO) faolligining kamayishiga olib keladi:



Eritmada mis sulfidi ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 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, 1250°C 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.

### 6.3. Konverterdagi ashyolar tengligini hisoblash

#### *Shteynning ratsional tarkibi*

Hisob 100 kg issiq shteyn uchun olib boriladi. Yuqoridagi yallig' qaytaruvchi eritish pechi va kislorodli-mash'alli eritish pechidan olingan shteynlar tarkibini umumlashtirib, shteynning kimyoviy tarkibi quyidagicha qabul qilinadi, %: Cu-31,8; Fe-37,2; S-25,0; Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-2,6 va hokazo. Shteyn tarkibidagi barcha mis Cu<sub>2</sub>S ko'rinishida qabul qilinadi. Shuningdek, shteyn tarkibida FeS, FeO va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ham bor. Cu<sub>2</sub>S miqdori hisoblanadi:

$$\frac{159,14}{127,08} \cdot 31,8 = 39,8226 \text{ kg.}$$

Cu<sub>2</sub>S tarkibida oltingugurtning (S) tarkibi:

$$39,8226 - 31,8 = 8,0226 \text{ kg.}$$

FeS tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$25,0 - 8,0226 = 16,9774 \text{ kg.}$$

Temir miqdori  $\frac{55,85}{32,06} \cdot 16,9774 = 29,5754 \text{ kg.}$

FeS tarkibi:  $29,5754 - 16,9774 = 46,5528 \text{ kg.}$

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tarkibida temirning miqdori:  $37,2 - 29,5754 = 7,6246 \text{ kg.}$

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> miqdori:  $\frac{231,55}{167,55} \cdot 7,6246 = 10,5370 \text{ kg.}$

Kislorod miqdori:  $10,5370 - 7,6246 = 2,9124 \text{ kg.}$

Hisoblashlar natijasida olingan shteynning ratsional tarkibi 6.1-jadvalda keltirilgan.

## Mis shateynining ratsional tarkibi, kg

Birikmalar	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	Hokazo	Hammasi
Cu <sub>2</sub> S	31,8		8,0226			39,8226
FeS <sub>2</sub>		29,5754	16,9774			46,5528
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		7,6246		2,9124		10,5370
Hokazo					3,0876	3,0876
Jami	31,8	37,2	25,0	2,9124	3,0876	100,0

## Kvarsli flusning ratsional miqdori

Xalkopiritda hamma oltingugurt temir va mis bilan bog'liqlikda deb qabul qilamiz.

$$\text{CuFeS}_2 \text{ da Cu miqdori: } \frac{63,54 \cdot 0,3}{64,12} = 0,2973 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ da Fe miqdori: } \frac{55,85 \cdot 0,3}{64,12} = 0,2613 \text{ kg.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \text{ miqdori: } 0,3 + 0,2973 + 0,2613 = 0,8586 \text{ kg.}$$

Xalkopiritdan qolgan mis quyidagi miqdorda  
 $2,0 - 0,2973 = 1,7027$  kg kuprit bilan bog'langan Cu<sub>2</sub>O bo'ladi.

$$\text{Cu}_2\text{O da O}_2 \text{ miqdori: } \frac{16 \cdot 1,7027}{127,08} = 0,2144 \text{ kg.}$$

$$\text{Cu}_2\text{O miqdori: } 1,7027 + 0,2144 = 1,9171 \text{ kg.}$$

Xalkopiritdan qolgan temir quyidagi miqdorda  $3,5 - 0,2613 = 3,2387$  kg limonit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O bilan bog'langan.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da temir bilan bog'langan kislorod miqdori:

$$\frac{48 \cdot 3,2387}{111,7} = 1,3917 \text{ kg.}$$

$$\text{Limonitda namlik miqdori: } \frac{54 \cdot 3,2387}{111,7} = 1,5657 \text{ kg.}$$

Glioziom kaolinit  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  bilan bog'langan holda qabul qilinadi. Bunda kaolinit tarkibida kremnezem quyidagi miqdorda bo'ladi:

$$\frac{120,172}{102,0} \cdot 100 = 11,7816 \text{ kg.}$$

Kaolinitda namlik miqdori:

$$\frac{36 \cdot 10}{102,0} = 3,5294 \text{ kg.}$$

Kaolinit miqdori:  $10 + 11,7816 + 3,5294 = 25,311 \text{ kg.}$

Kaolinitdan qolgan kremnezem kvars shaklida quyidagi miqdorda bo'ladi:

$$72 - 11,7816 = 60,2184 \text{ kg.}$$

SaO ohak bilan bog'langan holda qabul qilinadi.  $SaSO_3$  bu holda SaO bilan bog'langan uglekislotalar quyidagi miqdorda

bo'ladi:  $\frac{44}{56} \cdot 2 = 1,5714 \text{ kg.}$

SaSO<sub>3</sub> miqdori:  $2 + 1,5714 = 3,5714 \text{ kg.}$

Kvarsli flusning ratsional tarkibi 6.2-jadvalda keltirilgan.

### *Konverter toshqolining tarkibini aniqlash*

Zavod amaliyotidan va konverterlash jarayonini kuzatish orqali quyidagilar qabul qilinadi:

a) Mis toshqol tarkibida 1%dan 3%gacha, tarkibida esa  $SiO_2$  20%dan 30 %gacha bo'ladi.

b) Toshqol tarkibidagi  $Fe_3O_4$  miqdori  $SiO_2$  miqdoriga bog'liq.

v)  $SiO_2$ ,  $Fe_3O_4$  va  $FeO$  miqdorlarining yig'indisi kvarsli flus va sovuq qaytarmalar tarkibiga bog'liq.

Konverter toshqoli tarkibidagi barcha mis  $Cu_2S$  holida qabul qilinadi. Toshqol tarkibidagi  $FeS$  shteyn tarkibidagi  $FeS$  miqdoriga to'g'ri proporsional. Yuqorida berilganlar hisobga olinib, quyidagi miqdor qabul qilinadi. Mis miqdori:  $Cu = 2,5 \%$ .

$$SiO_2 + O_2 + Fe_3O_4 + FeS = 87 \%$$

$$\% FeO = 87\% - SiO_2 - \% Fe_3O_4$$

## Kvarslit flusning raisional tarkibi

Birikmalar	Cu	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Hokazo	Miq-dori
Cu <sub>2</sub> O	1,702						0,2144			1,9171
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O		3,238					1,3917	1,5657		6,1961
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O				11,781		10,0		3,5294		25,311
CaCO <sub>3</sub>					2,0				1,514	3,5714
CuFeS <sub>2</sub>	0,297	0,261	0,3							0,8586
SiO <sub>2</sub>				60,218						60,218 4
Hokazo									1,9274	1,9274
Jami	2,0	3,5	0,3	72,0	2,0	10,0	1,6061	5,0951	3,4988	100

Grafikdan topiladi [22, 27]:  $\text{Fe}_3\text{O}_4=13,7\%$ ,  $\text{SiO}_2=28,2\%$ .

Toshqol tarkibidagi magnetit miqdori kamaytirgan holda balans tengligidan bir qancha yuqori qilib qabul qilinadi:  $\text{SiO}_2=26\%$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4=15\%$ .

FeO miqdori:  $\text{FeO}=46\%$

Temir oksidining hammasi kremnezem bilan fayalit tarkibiga bog'liq deb qabul qilinsa, unda temir oksidi tarkibida  $\text{SiO}_2$  miqdori:

$$\frac{60,09}{143,7} \cdot 46 = 19,2355 \text{ kg bo'ladi.}$$

Fayalit miqdori:  $19,2355+46=65,2355 \text{ kg}$ .

Shunda eritish holdagi kvars:  $26-19,2355=6,7645 \text{ kg}$  qoladi.

Mis bo'yicha  $\text{Cu}_2\text{S}$  miqdori:  $\frac{159,14}{127,08} \cdot 2,5 = 3,1311 \text{ kg}$ .

Oltinugurtning miqdori:  $3,1311-2,5=0,6311 \text{ kg}$ .

Toshqol tarkibidagi FeS miqdori:  $\frac{46,5528}{2} = 23,2764 \text{ kg}$ .

Grafikdan [16] shteyn tarkibidagi bunday miqdorga konverter toshqoli tarkibidagi  $2,48\%$  Fe to'g'ri keladi.

FeS tarkibida temirning miqdori:  $\frac{4,39 \cdot 55,85}{87,91} = 2,789 \text{ kg}$ ,

Oltinugurt esa  $4,39-2,789=1,601 \text{ kg}$ .

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  tarkibida temirning miqdori:  $\frac{167,55 \cdot 15}{231,55} = 10,854 \text{ kg}$ .

Kislrod  $4,146 \text{ kg}$ .

Fayalit tarkibidagi temirning miqdori:

$$\frac{111,7 \cdot 65,2355}{203,79} = 35,7564 \text{ kg.}$$

Kislrod miqdori  $10,2436 \text{ kg}$ .

Kremnezem miqdori  $19,2355 \text{ kg}$ .

Hisoblangan hisoblar orqali konverter toshqolining ratsional tarkibi 6.3-jadvalda keltirilgan.

*Konverter toshqolining ratsional tarkibi*

Birik-malar	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Hokazo	Jami
Cu <sub>2</sub> S	2,5		0,6311				3,1311
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		10,854		4,146			15
2FeO·SiO <sub>2</sub>		35,7564		10,2436	19,2355		65,2355
SiO <sub>2</sub>					6,7645		6,7645
FeS		2,789	1,601				4,39
Hokazo						5,4789	5,4789
Jami	2,5	49,3994	2,2321	14,3896	26	5,4789	100,0

*Sovuq holdagi misli materiallarning tarkibi va miqdori*

Sovuq misli material (qoldiq) tarkibi quyidagicha qabul qilinadi:

Cu=12,0%, Fe=44,0 %, S=7,5%, SiO<sub>2</sub>=17,0 %, CaO=2,0 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=5,0%, va 12,5% hokazolar.

50%li mis sof metall holdida va 50% Cu<sub>2</sub>S birikma holdida qabul qilinadi.

Hisob 100 kg uchun olib borilsa, metall holdagi sovuq materiallar miqdori 6 kg va Cu<sub>2</sub>S miqdori:

$$\frac{159,14 \cdot 6}{127,08} = 7,5137 \text{ kg.}$$

Undagi oltingugurt miqdori: 7,5137-6=1,5137 kg.

Qolgan oltingugurt FeS tarkibidagi temir bilan bog'liq deyilsa, FeS miqdori topiladi:

$$\frac{87,91 \cdot 6}{32,06} = 16,4523 \text{ kg.}$$

Undagi temirning miqdori: 16,4523-6=10,4523 kg.

Qolgan temir miqdori FeO va Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tarkibida bo'lishi kerak. FeO fayalit bilan bog'liq deb olinadi.



Erkin holdagi kremnezem tarkibi

$$\frac{1}{4} \cdot 17,0 = 4,25 \text{ kg bo'ladi.}$$

Fayalit tarkibidagi kremnezem miqdori:  $17 - 4,25 = 12,75 \text{ kg}$ .

Fayalit tarkibidagi FeO miqdori:

$$\frac{143,7 \cdot 12,75}{60,09} = 30,4905 \text{ kg.}$$

FeO tarkibida Fe miqdori:

$$\frac{55,85 \cdot 30,4905}{71,85} = 23,7007 \text{ kg.}$$

Qolgan temir magnetit tarkibida bo'ladi:

$$44 - 10,4523 - 23,7007 = 9,847 \text{ kg.}$$

$$\text{Magnetit miqdori } \frac{231,55 \cdot 9,847}{167,55} = 13,6083 \text{ kg.}$$

Hisoblashlar orqali olingan sovutilgan materiallarning ratsional tarkibi natijalari 6.4-jadvalda keltirilgan.

### 6.3.1 . Birinchi bosqichdagi texnologik jarayonning hisoblari

I. Konverter toshqoli va kremnezemli ruda miqdori. Hamma hisoblar 100 kg issiq shteyn uchun  $x$  deb, ketadigan konverter toshqolining miqdori  $u$ , kremniyli ruda miqdorining ishlatilishi belgilab olinadi. Kvars tarkibi: %,  $\text{SiO}_2 - 74,5$ ;  $\text{Fe} - 14,7$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_2 - 5,3$ .

Konverterga yuklanadigan temir,  $kg$ :

100 kg issiq shteyndan	37,2
28 kg sovuq materiallardan	$28 \cdot 0,44 = 12,32$
$y$ kg kremniyli rudadan	$0,035y$
jami	$49,52 - 0,035u$

$x$  kg toshqol tarkibida Fe miqdori  $0,493994 \text{ kg}$ .

Temir toshqol tarkibiga to'liq o'tsa, quyidagi tenglik o'rinli bo'ladi:

$$49,52 + 0,035u = 0,493994x \quad (a)$$

## Sovutilgan misli materiallarning ratsional tarkibi, kg

Birikmalar	Miqdori	Su	S	Fe	SiO <sub>2</sub>	SaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	Hokazo
Su	6,0	6,0							
Su <sub>2</sub> S	7,5137	6,0	1,5137						
FeS	16,4523		6,0	10,4523					
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	13,6083			9,847				3,7613	
2FeSiO <sub>2</sub>	43,2405			23,7007	12,75			6,7898	
SiO <sub>2</sub>	4,25				4,25				
SaO	2,0					2,0			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,0						5,0		
Hokazo	1,9352								1,9352
Jami	100,0	12,0	7,5137	44,0	17,0	2,0	5,0	10,551	1,9352

Konverterga yuklangan kremniy kislotasi, kg:

$u$  kg kremniy rudasidan  $0,72u$   
 28 kg sovuq materiallardan  $28 \cdot 0,17 = 4,76$   
 jami  $4,76 + 0,72u = 0,26x$  (b)  
 $x$  kg konverter toshqoli tarkibida Fe miqdori  $0,26x$  (b)

Ikkala tenglamani yechib, a) va b)  
 $x = 102,3883$  kg  $y = 30,263$  olinadi.

II. Jarayonda ishtirok etuvchi FeS miqdori.

Shteyn va sovuq materiallar bilan konverterga:

$46,5528 + 28 \cdot 0,164523 = 51,1594$  kg FeS yuklanadi.

Kremniyli ruda bilan yuklanadigan xalkopirit miqdori:

$$30,263 \cdot 0,008586 = 0,2598 \text{ kg.}$$

CuFeS<sub>2</sub> konverterda quyidagicha parchalanadi:



Reaksiya vaqtida:

$$\text{Cu}_2\text{S}: \frac{0,2598}{367,02} \cdot 159,14 = 0,1126 \text{ kg.}$$

$$\text{FeS}: \frac{0,2598}{367,02} \cdot 175,82 = 0,1244 \text{ kg.}$$

$$\text{S}: \frac{0,2598}{367,02} \cdot 32,06 = 0,0227 \text{ kg.}$$

$\text{CuFeS}_2$  ning dissotsialanishi natijasida jarayonga  $51,1594 + 0,1244 = 51,2838$  kg FeS kiritiladi.

FeS ning bir qismi toshqolga shteyn koroloklari ko'rinishida  $102,3883 - 0,0439 = 4,4948$  kg miqdorda ajratib olinadi.

Shuningdek,  $\text{Cu}_2\text{O}$  bilan ta'sirlashuvchi FeS miqdorini konverter vannasiga yuklanuvchi kremniyli ruda bilan birga hisobga olish kerak. Yuklanadigan kremniyli ruda miqdori:

$$\text{Cu}_2\text{O}: 28 \cdot 0,019171 = 0,5368 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 28 \cdot 0,046304 = 1,2965 \text{ kg.}$$

Shu oksidlarning hammasi FeS bilan quyidagi reaksiya bo'yicha ta'sirlanadi:



(6.15) reaksiyada FeS miqdori:

$$\frac{0,5368}{143,08} \cdot 87,91 = 0,3298 \text{ kg bo'ladi.}$$

(6.15) reaksiya natijasida:

$$\frac{0,5368}{143,08} \cdot 71,85 = 0,2696 \text{ kg FeO (unda 0,2096 kg Fe),}$$

$$\frac{0,5368}{143,08} \cdot 159,14 = 0,5970 \text{ kg Cu}_2\text{S hosil bo'ladi.}$$

(6.16) reaksiyada:

$$\frac{1,2965}{479,1} \cdot 87,91 = 0,2379 \text{ kg FeS qatnashadi.}$$

Reaksiya mobaynida:

$$\frac{1,2965}{479,1} \cdot 502,95 = 1,3610 \text{ kg FeO (unda 1,0579 kg Fe).}$$

$$\frac{1,2965}{479,1} \cdot 64,06 = 0,1733 \text{ kg SO}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Kislorod hisobiga toshqol bilan yo'qolishi va oksidlash reaksiyasi natijasida yuqori oksidlarning shteyndan FeS

$$4,4948+0,3298+0,2379=5,0625 \text{ kg miqdorda chiqib ketadi.}$$

Qolgan oltingugurtli temirni kislorod bilan oksidlash kerak:

$$51,2838-5,0625=46,2213 \text{ kg FeS qoladi.}$$

$$(S=16,8565 \text{ kg, Fe}=29,3648 \text{ kg})$$

### *Temir va oltingugurtning oksidlanishi*

Konverter toshqolida temir magnetit holdida bo'ladi:

$$102,3883-0,10854=11,1132 \text{ kg.}$$

Issiq shteyn bilan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> holdagi 7,6246 kg temirning miqdori kirgiziladi.

Temir sovuq materiallar bilan magnetit holda yuklanadi:

$$28-0,09847=2,7572 \text{ kg.}$$

Hammasi bo'lib jarayonga magnetit holda yuklanayotgan temirning miqdori:

$$7,6246+2,7572=10,3818 \text{ kg.}$$

Temir kislorod bilan purkash orqali magnetitga oksidlanadi:

$$11,1132-10,3818=0,7314 \text{ kg.}$$

Konverter toshqolida temir FeO holida bo'ladi:

$$102,3883 \cdot 0,357564=36,6104 \text{ kg.}$$

Sovuq materiallar bilan temir FeO ko'rinishida yuklanadi:

$$28 \cdot 0,237007=6,6362 \text{ kg.}$$

Bundan tashqari temir FeO gacha (6.15) va (6.16) reaksiya bo'yicha oksidlanadi:

$$0,2096+1,0579=1,2675 \text{ kg.}$$

Kislorod bilan purkash orqali temir FeO gacha oksidlanadi:

$$36,6104-6,6362-1,2675=28,7067 \text{ kg.}$$

Keyingi reaksiya bo'yicha Fe oksidlash uchun kislorod miqdori topiladi:



$$\frac{64}{167,55} \cdot 0,7314 = 0,2794 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Temirni reaksiya bo'yicha oksidlash uchun kislorod miqdori:



$$\frac{32}{167,55} \cdot 28,7067 = 8,2239 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Hammasi bo'lib, nazariy jihatdan temirni oksidlash uchun ketadigan kislorod sarfi:  $0,2794+8,2239=8,5033 \text{ kg}$ .

Konverterlashning birinchi bosqichida Fe tarkibidan 16,8565 kg oltingugurt oksidlanadi.

Konverter gazlarining tarkibi bo'yicha eksperimental berilganlar asosida quyidagilar qabul qilinadi:

SO<sub>2</sub> gacha oksidlanadigan oltingugurt miqdorining SO<sub>3</sub> gacha oksidlanadigan oltingugurt miqdoriga nisbati 6:1 ni tashkil etadi.

Shuningdek, xalkopiritning dissotsialanishi natijasida 0,0227 kg elementar oltingugurt hosil bo'ladi. Shundan kelib chiqadiki, jami bo'lib  $16,8565+0,0227=16,8792$  kg oltingugurt oksidlanadi.

SO<sub>2</sub> gacha oksidlanuvchi oltingugurt:

$$\frac{16,8792}{7} \cdot 6 = 14,4679 \text{ kg S.}$$

Hosil bo'ladi: 28,28,9087 kg SO<sub>2</sub>, talab qilinadi: 14,4408 kg O<sub>2</sub>.

SO<sub>3</sub> gacha oksidlanuvchi oltingugurt:

$$\frac{16,8792}{7} \cdot 1 = 2,4113 \text{ kg S.}$$

Hosil bo'ladi: 6,0215 kg SO<sub>3</sub>, talab qilinadi: 3,6102 kg O<sub>2</sub>.

Hammasi bo'lib, S ni oksidlash uchun nazariy jihatdan kislorod sarfi  $14,4408+3,6102=18,051$  kg ni tashkil etadi.

Hammasi bo'lib, temir va oltingugurtning oksidlash uchun:

$$18,051+8,5033=26,5543 \text{ kg.}$$

Amaliy mashg'ulotdagi ma'lumotlarga asosan konverter vannasidagi kislorod sarfi 95%. Amaliyotda kerak bo'ladigan kislorod miqdori topiladi:

$$\frac{26,5543}{0,95} = 27,9519 \text{ kg.}$$

Kislorod ortig'i:  $27,9519-26,5543=1,3976$  kg.

Havo tarkibidagi kislorod miqdori 23% bo'lsa, I bosqichga

$$\frac{27,9519}{0,23} = 121,53 \text{ kg yoki } \frac{121,53}{1,29} = 94,2093 \text{ m}^3 \text{ havo berish}$$

Havo bilan azot beriladi, shundan  $121,53-27,9519=93,57,81$  kg.

$$30,263 \cdot 0,050951 = 1,5419 \text{ kg N}_2\text{O.}$$

Hisoblangan gazlar tarkibi va miqdori 6.5-jadvalda keltirilgan.

## Gazning tarkibi va miqdori

Gaz	Massa, kg	Hajm, m <sup>3</sup>	%
SO <sub>2</sub>	28,9087	10,11	11,29
SO <sub>3</sub>	6,0215	1,68	1,88
O <sub>2</sub>	1,3976	0,98	1,09
N <sub>2</sub>	93,5781	74,86	83,6
H <sub>2</sub> O	1,5419	1,92	2,14
Jami	131,4478	89,55	100,0

## Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis miqdori

Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis tarkibida CuS, metall holidagi mis va boshqa qo'shimchalar bo'ladi.

Konverterga yuklanadigan CuS<sub>2</sub>, kg:

100 issiq shteyndan

39,8226;

28 kg sovuq materiallardan

28·0,075137=2,1038;

jami

41,9264.

CuFeS<sub>2</sub> dissotsiatsiya vaqtida: 0,1126kg CuS<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

Cu<sub>2</sub>O+FeS=Cu<sub>2</sub>S+FeO reaksiya bo'yicha yana 0,597 kg Cu<sub>2</sub>S hosil bo'ladi. Konverterdagi Cu<sub>2</sub>O jami miqdori:

$$41,9264+0,1126+0,597=42,636 \text{ kg.}$$

Konverter toshqoli bilan 102,3883·0,031311=3,2059 kg Cu<sub>2</sub>S bog'liq.

Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis tarkibida

42,636-3,2059=39,4301 kg Cu<sub>2</sub>S qoladi. (31,4866 kg Su va 7,9435 kg S).

Sovuq materiallar bilan sof metall holidagi mis boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis tarkibiga to'liq o'tgandagi miqdori:

28·0,06=1,68 kg.

Cu<sub>2</sub>S umumiy miqdori va metall holidagi mis miqdori:

$$39,4301+1,68=41,1101 \text{ kg.}$$

Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis tarkibidagi mis va oltin-gugurtning yig'indisi 95% ni tashkil etadi, 45% hokazolarga to'g'ri keladi. Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis miqdori topiladi:

$$\frac{41,1101}{0,955} = 43,0472 \text{ kg.}$$

Hisoblar natijasi I bosqichning materiallar tengligi 6.6-jadvalda keltirilgan.

### 6.3.2. II bosqichning texnologik hisobi

Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan misni purkash orqali yarim sulfidli mis  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  gacha va metall holidagi misgacha oksidlanadi.

Amaliyotda berilganlar asosida misning boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan misdan xomaki mis olinishi 99,5 % deb qabul qilinadi.

Xomaki mis tarkibida 98,8 % mis bo'lsa, unda misning miqdori:

$$\frac{33,0008}{0,988} = 33,4016 \text{ kg.}$$

Xomaki mis tarkibida oltingugurtning miqdori 0,20 % bo'lsa, bu  $33,4016 \cdot 0,0020 = 0,0668 \text{ kg}$  ni tashkil etadi.

Hammasi bo'lib boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis tarkibida oltingugurtning miqdori 7,9435 kg, shuningdek, oksidlanish uchun:

$$7,9435 - 0,0668 = 7,8767 \text{ kg kerak.}$$

Jadvalda berilgan konverter gazlarning tarkibi asosida, II bosqichdagi oltingugurt  $\text{SO}_2$  va  $\text{SO}_3$  gacha 5:1 nisbatda oksidlanadi, deb qabul qilinadi.

$\text{SO}_2$  gacha oksidlanadigan oltingugurt:

$$\frac{7,8767}{6} \cdot 5 = 6,5639 \text{ kg.}$$

Hosil bo'ladi: 13,1155 kg  $\text{SO}_2$ , sarf bo'ladi: 6,5516 kg kislorod.  $\text{SO}_3$  gacha oksidlanadigan oltingugurt:

$$\frac{7,8767}{6} \cdot 1 = 1,3128 \text{ kg.}$$

Hosil bo'ladi: 2,1896 kg, sarf bo'ladi: 0,8768 kg  $\text{O}_2$ .

Nazariy jihatdan umumiy kislorod sarfi:  $6,5516 + 0,8768 = 7,4284 \text{ kg}$ . 95% kislorod sarf bo'lganda, amaliy jihatdan konverter vannasidagi kislorod miqdori:

$$\frac{7,4284}{0,95} = 7,8194 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Kislorod ortig'i:  $7,8194 - 7,4284 = 0,391 \text{ kg}$ .



I bosqichning material tengligi, kg

№	Material	Og'irligi	Cu	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Hokazolar
YUKLANDI												
1	Issiq shteyn	100,0	31,8	37,2	25				2,9124			3,0876
2	Sovuq materiallar	28,0	3,36	12,32	2,1039	4,76	0,56	1,4	2,9543			0,5418
3	Kremniyli ruda	30,263	0,6053	1,0592	0,0908	21,7894	0,6051	3,0263	0,486		1,54	1,0588
4	Havo	121,53							27,951	93,578		
	Jami	179,793	35,7653	50,579	27,1947	26,5495	1,1651	4,4263	34,304	93,578	1,54	4,6882
OLINDI												
1	Oq matt	43,0472	33,1666		7,9435							1,9371
2	Toshqol	02,3883	2,5987	50,525	2,372	26,5494	1,1651	4,4263	14,733			0,0182
3	Gazlar SO <sub>2</sub>	28,9087			14,4679				14,440			
4	SO <sub>3</sub>	6,0215			2,4113				3,6102			
5	O <sub>2</sub>	1,3976							1,3976			
6	N <sub>2</sub>	93,5781								93,578		
7	H <sub>2</sub> O	1,5419									1,54	
	Jami gazlar	31,4478			16,8792				19,448	93,578	1,54	
8	Ba'zi yo'qotishlar	2,9097		0,0541					0,1227			2,7329
	Jami	279,793	35,7653	50,579	27,1947	26,5494	1,1651	4,4263	34,304	93,578	1,54	4,6882

Kerak bo'ladigan havo tarkibi:

$$\frac{7,8194}{0,23} = 33,9974 \text{ kg yoki } \frac{33,9974}{1,29} = 26,3546 \text{ nm}^3.$$

Havo bilan azot ham kelib tushadi:  $33,9974 - 7,8194 = 26,178 \text{ kg}$ .

Hisoblangan gazlar tarkibi 6.7-jadvalda keltirilgan. Konverterlash jarayoni II bosqichining gazlar tarkibi va miqdori 6.8-jadvalda keltirilgan.

6.7-jadval

**Gazlarning tarkibi**

Gaz	Massa, kg	Hajm	
		m <sup>3</sup>	%
SO <sub>2</sub>	13,1155	4,59	17,38
SO <sub>3</sub>	2,1896	0,61	2,31
O <sub>2</sub>	0,391	0,27	1,02
N <sub>2</sub>	26,178	20,94	79,29
Jami	41,8741	26,41	100,0

**6.3.3. Konvertorlash jarayonining umumiy materiallar tengligi**

Umumiy materiallar tengligi hisoblanganda, konverterga yuklanadigan barcha suyuq va qattiq materiallardan 1% miqdorda chang chiqishi hisobga olinadi.

Toshqol va xomaki mis tarkibidagi mis miqdori:

	kg	%
Xomaki misda	33,0008	92,7
Toshqolda	2,5987	7,3
Jami	35,5995	100

Quyidagi berilgan taqqoslash bo'yicha xomaki mis hisobida changga:

$$0,355995 \cdot 0,927 = 0,33 \text{ kg Cu o'tadi.}$$

Toshqol hisobidan esa:

$$0,355995 \cdot 0,073 = 0,026 \text{ kg Cu chiqib ketadi.}$$

**Konverterlash jarayoni II bosqichining gazlar tarkibi  
va miqdori**

№	Materiallar	Og'irligi, kg	Su, kg	S, kg	O <sub>2</sub> , kg	N <sub>2</sub> , kg	Hokazolar, kg
YUKLANDI							
1	Oq matt	43,0472	33,1666	7,9435			1,9371
2	Havo	33,9974			7,8194	26,178	
	Jami	77,0446	33,1666	7,9435	7,8194	26,178	1,9371
OLINDI							
1	Xomaki mis	33,4016	33,0008	0,0668			0,334
2	Gazlar: SO <sub>2</sub>	13,1155		6,5639	6,5516		
3	SO <sub>3</sub>	2,1896		1,3128	0,8768		
4	O <sub>2</sub>	0,391			0,391		
5	N <sub>2</sub>	26,178				26,178	
7	Kuyindi	1,7689	0,1658				1,6031
	Jami	77,0446	33,1666	7,9435	7,8194	26,178	1,9371

Xomaki mis tarkibida:  $33,0008 - 0,33 = 32,6708$  kg Cu.

Toshqol tarkibida:  $2,5987 - 0,026 = 2,5727$  kg Cu.

Chang tarkibida:  $0,33 + 0,026 = 0,356$  kg Cu bo'ladi.

Temirning changga o'tish miqdori:  $50,5792 \cdot 0,01 = 0,505792$  kg Fe.

Toshqolda  $50,5792 - 0,505792 = 50,0734$  kg Fe qoladi.

Xomaki mis va toshqol orasida oltingugurtning taqsimlanishi:

		kg	%
Xomaki misda	S,	0,0668	2,70
Toshqol tarkibida	S,	2,372	97,3
Jami		2,4388	100

Xomaki mis hisobida changga:  $0,024388 \cdot 0,027 = 0,00066$  kg S o'tadi.

Toshqol hisobida:  $0,024388 \cdot 0,973 = 0,0237 \text{ kg S}$  chiqib ketadi.

Xomaki mis tarkibida:  $0,0668 - 0,0066 = 0,06614 \text{ kg}$  qoladi.

Toshqol tarkibidagi oltingugurt:  $2,372 - 0,0237 = 2,3483 \text{ kg}$ .

Chang tarkibiga o'tuvchi kremniy:  $26,5494 - 0,01 = 0,265494 \text{ kg}$ .

Chang tarkibidagi oltingugurt:  $0,0066 + 0,0237 = 0,02436 \text{ kg}$ .

Toshqol tarkibida:  $26,5494 - 0,265494 = 26,2839 \text{ kg SiO}_2$  qoladi.

Chang tarkibiga o'tuvchi CaO:  $1,1653 - 0,01 = 0,011653 \text{ kg}$ .

Toshqol tarkibida esa:  $1,1653 - 0,011653 = 1,153647 \text{ kg CaO}$  qoladi.

Changga o'tuvchi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $4,4263 - 0,01 = 0,044263$ .

Toshqol tarkibida:  $4,4263 - 0,044263 = 4,382037 \text{ kg Al}_2\text{O}_3$  qoladi.

Konvertorlashning I va II bosqichidan olingan texnologik hisoblarni jamlab, umumiy materiallar tengligi 6.9-jadvalda keltirilgan (100 kg uchun). Hisob paytida kerak bo'ladigan ayrim texnologik ko'rsatkichlar esa 6.10-jadvalda keltirilgan.

#### 6.4. Konverterda boradigan jarayonning issiqlik tengligini hisoblash

##### *I bosqichning issiqlik tengligi*

Issiqlik kelishi:

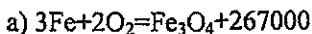
1. Issiq shteyn issiqligi  $Q_{\text{sht}} = G_{\text{sht}} \cdot C_{\text{sht}} \cdot t_{\text{sht}}$

Bunda,  $G_{\text{sht}}$  – shteynning miqdori;  
 $C_{\text{sht}}$  – shteynning issiqlik sig'imi;  
 $t_{\text{sht}}$  – shteynning harorati.  
 $Q_{\text{sht}} = 100 \cdot 0,2 \cdot 1100 = 22000 \text{ kkal}$ .

2. Havо issiqligi:  $Q_{\text{h}} = V_{\text{h}} \cdot C_{\text{h}} \cdot t_{\text{h}}$

Bu yerda,  $V_{\text{h}}$  – purkalanayotgan havoning hajmi  
 $C_{\text{h}} = 0,31$  – havoning issiqlik sig'imi  
 $t_{\text{h}}$  – purkalanayotgan havoning harorati.  
 $Q_{\text{h}} = 94 \cdot 2093 \cdot 0,31 \cdot 60 = 1752 \text{ kkal}$

3. Temir oksidlanishi reaksiyasining issiqligi (hisob temir bo'yicha).



$$q_1 = \frac{267000}{167,55} \cdot 0,7314 = 1165 \text{ kkal.}$$

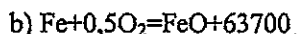
## Konvertirning umumiy material tengligi, kg

Material	Og'irligi	Cu	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Hokazo
YUKLANDI											
1	Issiq shteyn	100,0	31,8	37,2	25			2,9124			3,0876
2	Sovuq materiallar	28,0	3,36	12,32	2,1039	4,76	0,56	1,4	2,9543		0,5418
3	Kremniyli ruda	30,263	0,60	1,0592	0,0908	21,7894	0,605	3,0263	0,486	1,54	1,0588
4	Havo	155,5274						35,771	119,75		
	Jami	313,7904	35,7	50,579	27,1947	26,5494	1,165	4,4263	42,124	1,54	4,6882
OLINDI											
1	Xomaki mis	32,73694	32,6		0,06614						
2	Toshqol	101,5472	2,57	50,073	2,3483	26,5494	1,165	4,4263	14,733		
3	Gazlar SO <sub>2</sub>	42,0242			21,0318				20,992		
4	SO <sub>3</sub>	8,2111			3,7214				4,487		
5	O <sub>2</sub>	1,7886						1,7886			
6	N <sub>2</sub>	119,7561							119,75		
7	H <sub>2</sub> O	1,5419								1,54	
	Jami gazlar	173,3214			24,7559				27,268	1,54	
8	Ba'zi yo'qotishlar	6,18428	0,52	0,0544	0,02436				0,1227		4,6882
	Jami	313,7904	32,7	50,579	27,1947	26,5494	1,165	4,4263	42,124	1,54	4,6882

**Konverter jarayoni materiallari va mahsulotlarining harorati va  
issiqlik sig'imi**

Materiallar va jarayon mahsulotlari	Harorat, °C		Issiqlik sig'imi, kkal/kg °C
	I bosqich	II bosqich	
Issiq shteyn	1100		0,2
Havo	60	60	
Oq matt	1250	1250	0,18
Xomaki mis		1200	0,108
Toshqol	1200		0,295
Gazlar	1000	1200	
Konverter changi	1300	1350	

$$q_2 = \frac{63700}{55,85} \cdot 28,7067 = 32741 \text{ kkal.}$$

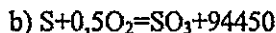


Hammasi bo'lib  $Q_{\text{Fe}} = q_1 + q_2 = 1165 + 32741 = 33906 \text{ kkal.}$

4. Oltinugurt oksidlanish reaksiyasining issiqligi (hisob oltinugurt bo'yicha):



$$q_1 = \frac{70960}{32,06} \cdot 16,8792 = 37359 \text{ kkal.}$$



$$q_2 = \frac{94450}{32,06} \cdot 2,4113 = 7104 \text{ kkal.}$$

Hammasi:  $Q_{\text{S}} = q_1 + q_2 = 37359 + 7104 = 44463 \text{ kkal.}$

5. Toshqol hosil bo'lish reaksiyasining issiqligi (hisob FeO gacha oksidlanuvchi temirning miqdori bo'yicha olingan):

$$28,7067+0,2096+1,0579=29,9742 \text{ kg.}$$



$$Q_{\text{toshq}} = \frac{11900}{111,7} \cdot 29,9742 = 3193 \text{ kkal.}$$

6. Hokazo ekzotermik reaksiyalar issiqligi:



$$Q_{\text{hokazo}} = \frac{20140}{143,08} \cdot 0,5368 = 75,6 \text{ kkal.}$$

Hammasi bo'lib issiqlikning kelishi:

$$Q_{\text{iss.kel.}}=Q_{\text{sht}}+Q_x+Q_{\text{Fe}}+Q_{\text{S}}+Q_{\text{toshq}}+Q_{\text{hokazo}}=22000+1752+33906+44463+3193+75,6=105389,6 \text{ kkal.}$$

### Issiqlik sarfi:

1. Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis issiqligi:

$$Q_{\text{b.sb.m.}}=Q_{\text{b.m.}}\cdot S \cdot t$$

Bunda:  $Q_{\text{b.m.}}$ —boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis miqdori;

$S$  — issiqlik sig'imi = 0,18;

$t$  — boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis harorati.

$$Q_{\text{b.m.s.n.}} = 43,0472 \cdot 0,18 \cdot 1250 = 9685,62 \text{ kkal.}$$

2. Toshqol issiqligi:

$$Q_{\text{toshq}}=Q_{\text{toshq}}\cdot S_{\text{toshq}}\cdot t_{\text{toshq}}=102,3883\cdot 0,295\cdot 1200=3624,5 \text{ kkal.}$$

3. Gazlar issiqligi:

$$Q_r = (V_{SO_2} \cdot C_{SO_2} + V_{SO_3} + V_{O_2} \cdot C_{O_2} + V_{N_2} \cdot C_{N_2} + V_{H_2O} \cdot C_{H_2O}) \cdot t =$$

$$= (10,11 \cdot 0,536 + 1,68 \cdot 0,93 + 0,98 \cdot 0,353 + 74,86 \cdot 0,334 + 1,92 \cdot 0,41) \cdot 1000 =$$

$$= 33117,74 \text{ kkal.}$$

Bunda:  $V_n$  – gazlar harorati;  
 $S$  – gazlar issiqlik sig'imi;  
 $t_g$  – gazlar harorati.

4. Endotermik jarayonlar issiqligi:

a)  $FeS = Fe + S + 22720 \text{ kkal}$  (hisob FeS miqdori bo'yicha)

$$Q_{parch} = \frac{22720}{55,85} \cdot 29,3648 = 11946 \text{ kkal.}$$

b)  $FeS + 3Fe_2O_3 = 7FeO + SO_2 + 95360$  (hisob FeO bo'yicha)

$$Q_{parch} = \frac{95360}{479,1} \cdot 1,2965 = 258 \text{ kkal.}$$

v) Kremniy rudasini 1,5419 kg namlik bilan bug'lantirish issiqligi  
 $1,5419 \cdot 600 = 925,14 \text{ kkal.}$

Hammasi bo'lib endotermik jarayon reaksiyalariga:

$Q_{end} = 11946 + 258 + 925,14 = 13129,14 \text{ kkal}$  issiqlik sarf bo'lar ekan.

5. Issiqlikning tashqi muhitga yo'qolishi. Sutkalik unumdorlik (430 t/sut) hisobga olinib, 100 kg shteynni qayta ishlash uchun sarf bo'ladigan vaqt topiladi:

$$\tau_{teng} = \frac{24}{430} \cdot 0,1 = 0,0056 \text{ soat.}$$

I va II bosqichning balans vaqti havo miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\tau_1 = \frac{0,0056}{155,53} \cdot 121,53 = 0,0044 \text{ soat.}$$

$$\tau_2 = \frac{0,0056}{155,53} \cdot 33,9974 = 0,0012 \text{ soat.}$$

a) Maydoni  $188 \text{ m}^3$  bo'lgan konverter devoriga sarf bo'ladigan issiqlik miqdori:  $q_{s.i.s.} = 3500 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat.}$



$$Q=3500 \cdot 188 \cdot 0,0056=3684,8 \text{ kkal.}$$

b) Ochiq mo'ridan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$Q_{\text{s.i.s.}}=200000 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat.}$$

$$Q = 200000 \cdot 3,8 \cdot 0,0056=4256 \text{ kkal.}$$

Tashqi muhitga yo'qoluvchi issiqlik hammasi bo'lib:

$$Q_{\text{t.m.}}=3684,8+4256=7940,8 \text{ kkal.}$$

Jami bo'lib issiqlik sarfi:

$$Q_{\text{sarf}}=9685,62+362,45+33117,74+13129,14+7940,8=64235,75 \text{ kkal.}$$

Olingan hisoblar natijasida I bosqichning issiqlik tengligi 6.11-jadvalda keltirilgan.

### *II bosqichning issiqlik tengligi*

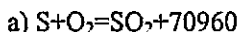
Issiqlik kelishi:

1. Boyitilgan mis sulfidigacha bo'lgan mis issiqligi:

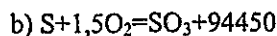
$$Q_{\text{b.m.}}=9585,62 \text{ kkal.}$$

2. Havo issiqligi:  $Q_{\text{h}}=26,3546 \cdot 0,31 \cdot 60=490,2 \text{ kkal.}$

3. Oltinugurt oksidlanish reaksiyasining issiqligi:



$$q_1 = \frac{70960}{32,06} \cdot 6,5639 = 14528 \text{ kkal.}$$



$$q_2 = \frac{94450}{32,06} \cdot 1,3128 = 3867 \text{ kkal.}$$

Hammasi bo'lib oltinugurtni oksidlash uchun:

$$Q_{\text{S}}=14528+3867=18395 \text{ kkal.}$$

## I bosqichning issiqlik tengligi

№	Issiqlik kelishi	kkal	%	№	Issiqlik sarfi	kkal	%
1	Issiq shteyn issiqligi	22000	20,9	1	Oq matt issiqligi	9685,62	9,2
2	Havoning issiqligi	1725	1,7	2	Toshqol issiqligi	36245	84,4
3	Temirning oksidlanish reaksiyasi uchun ketgan issiqlik	33906	32,2	3	Gazlarning issiqligi	33117,74	31,4
4	Oltinugurt oksidlanishi uchun ketgan issiqlik	44463	42,1	4	Endotermik reaksiyalar issiqligi	13129,14	12,46
5	Toshqol hosil bo'lishi uchun ketgan issiqlik	3193	3,03	5	Tashqi muhitga ketgan issiqlik	7940,8	7,53
6	Hokazo ekzotermik reaksiyalar issiqligi	75,6	0,07	6	E'tiborga olinmagan issiqlik	5271,3	5,01
	Jami	105389,6	100		Jami	105389,6	100

Hamma issiqlikning kelishi:

$$Q_{kel} = 9685,62 + 490,2 + 18395 = 28570,8 \text{ kkal.}$$

Issiqlik sarfi:

1.  $1200^{\circ}\text{C}$  haroratdagi xomaki mis issiqligi:

$$Q_{h.m.} = 33,4016 \cdot 0,108 \cdot 1200 = 4328,8 \text{ kkal.}$$

2.  $1200^{\circ}\text{C}$  haroratdagi gazlar issiqligi:

$$Q_r = 1200 \cdot (4,59 \cdot 0,546 + 0,61 \cdot 0,935 + 0,27 \cdot 0,359 + 20,94 \cdot 0,34) = 12351,624 \text{ kkal.}$$

3. Endotermik reaksiyalar issiqligi:

$\text{Cu}_2\text{S}_c = 2\text{Cu}_{\text{suyuq}} + \text{S} - 23030$  (hisob oltinugurt bo'yicha):

$$Q_{\text{end}} = \frac{23030}{32,06} \cdot 7,8767 = 5658 \text{ kkal.}$$

4. Tashqi muhitga chiqib ketuvchi issiqlik:

a) devorlar orqali chiqib ketishi:  $Q_{s.i.s} = 7000 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat.}$

$$Q_q = 7000 \cdot 188 \cdot 0,0012 = 1579,2 \text{ kkal.}$$

b) mo'ri orqali:  $Q_{s.i.s} = 240000 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat.}$

$$Q_m = 240000 \cdot 3,8 \cdot 0,0012 = 1094,4 \text{ kkal.}$$

Jami bo'lib:  $Q_{t.m.} = 1579,2 + 1094,4 = 2673,6 \text{ kkal.}$

Hammasi bo'lib II bosqichning issiqlik sarfi:

$$Q_{sarf} = 4328,8 + 12351,624 + 5658 + 2673,6 + 3558,8 = 28570,8 \text{ kkal.}$$

Olingan natijalar bo'yicha II bosqichning issiqlik tengligi 6.12-jadvalda va konverterning umumiy issiqlik tengligi 6.13-jadvalda keltirilgan.

## II bosqichning issiqlik tengligi

№	Issiqlik kelishi	kkal	%	№	Issiqlik sarfi	kkal	%
1	Oq matt issiqligi	9685,62	20,9	1	Xomaki mis issiqligi	4328,8	15,15
2	Havoning issiqligi	490,2	1,7	2	Gazlarning issiqligi	12351,624	43,23
3	Olingugurt oksidlanish reaksiyasi uchun ketgan issiqlik	18395	32,2	3	Endotermik reaksiyalar issiqligi	5658	19,8
				4	Tashqi muhitga ketgan issiqlik	2673,6	9,36
				5	E'tiborga olinmagan issiqlik	3558,8	12,46
Jami		28570,8	100,0	Jami		28570,8	100

## Konverterning umumiy issiqlik tengligi

№	Issiqlik kelishi	kkal	%	№	Issiqlik sarfi	kkal	%
1	Issiq shteyn	22000	17,7	1	Xomaki mis issiqligi	4328,8	3,5
2	Havoning issiqligi	2242,2	1,8	2	Toshqol issiqligi	36245	29,2
3	Temirning oksidlanish reaksiyasi uchun ketgan issiqligi	33906	27,2	3	Gazlarning issiqligi	45469,364	36,6
4	Oltinugurt oksidlanish reaksiyasi issiqligi	62858	50,6	4	Endotermik reaksiyalar issiqligi	18787,14	15,1
5	Toshqol hosil bo'lishi issiqligi	3193	2,6	5	Tashqi muhitga ketgan issiqlik	10614,4	8,5
6	Hokazo ekzotermik reaksiyalar issiqligi	75,6	0,10	6	E'tiborga olinmagan issiqlik	8830,1	7,1
	Jami	124274,8	100		Jami	124274,8	100

## XOMAKI MISNI TOZALASH JARAYONLARI

## 7.1. Olovli tozalash nazariyasi

British pechlarida olingan shteyn konverterlashdan keyin xomaki mis olinadi. Xomaki misning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'ladi, %: 97,5–99,5 Su; 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 O<sub>2</sub>; 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, O<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> 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 rafi-

nirlash 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.

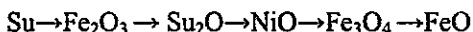
Ikki bosqichli tozalashni bir bosqichli jarayonga o'tkazish borasida olimlar olib borgan ayrim tadqiqotlar samarasiz yakunlandi. Chunki olovli tozalashni yo'q qilib, o'rninga elektroliz usuli bilan to'liq tozalash ikki bosqichli tozalashdan ko'ra ko'proq xarajat sarf qildi. Bir bosqichga o'tish borasidagi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

## 7.2. 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 oksidlarning 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  $\Delta G$  (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 holdida agregatdan suyuq holda chiqarib tashlash.

Olovli rafinirlash mis va uning  $Su_2O$  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 eritmada ajratib olgach,  $Su_2O$  ni oson va tezda ilgarigi metall holiga qaytarish mumkin.

Misni olovli rafinirlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

suyuq xomaki misni avvaldan yuqori haroratda qizdirilgan (kamida  $1050^{\circ}C$  gacha) anodli pechga quyish, haroratni kerakli me'yoriga o'tkazish (kamida  $1100^{\circ}C$ ), 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" holda 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  $1150-1170^{\circ}C$  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  $80-100^{\circ}C$  yuqori haroratda olib borish maqsadga muvofiq va eng optimal me'yoriy harorat hisoblanadi.

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

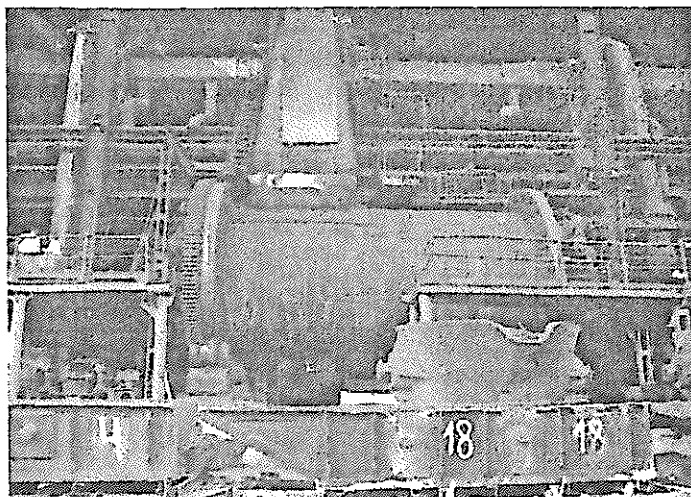
Xomaki misni olovli tozalashdan asosiy maqsad – keyingi jarayon elektrolitik tozalashga yaroqli qattiq holdagi zich anodlar olish va qo'shimcha ikkilamchi metallarni yo'qotishdir. Qo'shimcha metallarning borligi elektroliz jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Anodlarni xomaki misdan ham qoliplarga quyish 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;



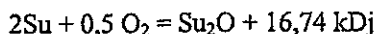
- 2) qisman ajralib chiqadiganlar – As, Sb, Bi, Ni;
- 3) umuman ajralib chiqmaydiganlar – Au, Ag.



**7.1-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 holda qoliplarga quyish.
- Suyuq mis eritmasi aro havo o'tganda quyidagi asosiy reaksiya boradi:



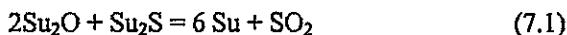
Hosil bo'lgan  $\text{Su}_2\text{O}$  suyuq mis eritmasida eriydi. Mis yarimoksidining erish qobiliyati haroratga bog'liq va quyidagi ko'rsatkichlarda necha foiz erishi ko'rsatilgan:

1100°C - 0,5 %; 1150°C - 8,3 % va 1200°C - 12,4 %.

Haroratning bundan yuqori ko'tarilishi erish ko'rsatkichini deyarli oshirmaydi. Amaliyotda oksidlanish jarayoni 1150–1200°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 oksidlantirsa,  $Su_2O$  vanna sirtiga suzib chiqib, befoyda bo'ladi va mis bilan toshqolni boyitadi.

Xomaki mis tarkibida 99 %  $Su$ , 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.

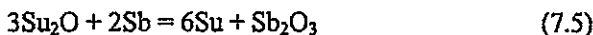
Mis yarim oksidi misda erib, qo'shimcha moddalar bilan o'zaro bog'lanadi. Masalan, mis yarim sulfidiga bog'langan oltinugurt bilan quyidagi reaksiya orqali o'zaro ta'sir etadi:



$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (7.2)$$

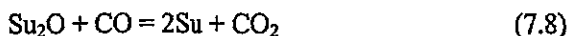
Pechdagi harorat oralig'ida bu reaksiya deyarli to'liq chapdan o'ng tomonga qarab boradi.

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  $248^\circ\text{C}$  da boshlanib, pechdagi haroratlarda juda ham tez o'tadi. Bu reaksiyaning muvozanat doimiyligi juda ko'p adabiyotlarda batafsil yoritilgan.

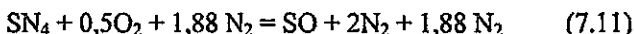
$1050^\circ\text{C}$  da Kr ning qiymati  $1 \cdot 10^{-4}$  ga teng, boshqacha aytganda, bu juda ham kichik raqam. Bundan xulosa shuki, vodorodning miqdori, suv bug'larining miqdoriga nisbatan 10000 marta kamroqdir va vodorod deyarli to'liq reaksiyaga kirishadi.

O'zbekiston sharoitida tiklash, ya'ni qaytaruvchi sifatida tabiiy gazdan foydalanish afzalroqdir. Jarayon davrida (7.9-reaksiya) ajralib chiqayotgan vodorod ham tiklanish reaksiyasida qatnashadi. Faqat shuni esda tutish kerakki, qaytaruvchi tabiiy gaz yuqori haroratda parchalanadi,

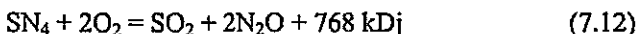


va uning o'zlashtirish darajasi aytarli yuqori emas.

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



Konversiya  $900-1000^\circ\text{C}$  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.

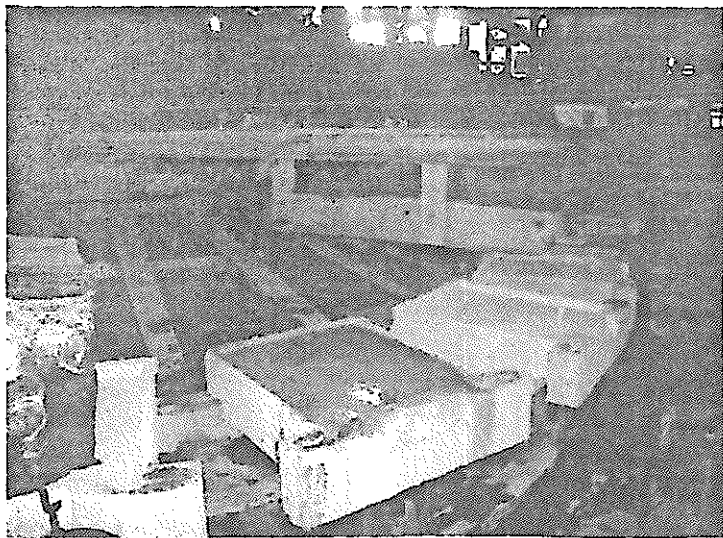
Statsionar yallig' qaytaruvchi eritish pechida issiqlik taqsimlanishi quyidagicha:

- 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.

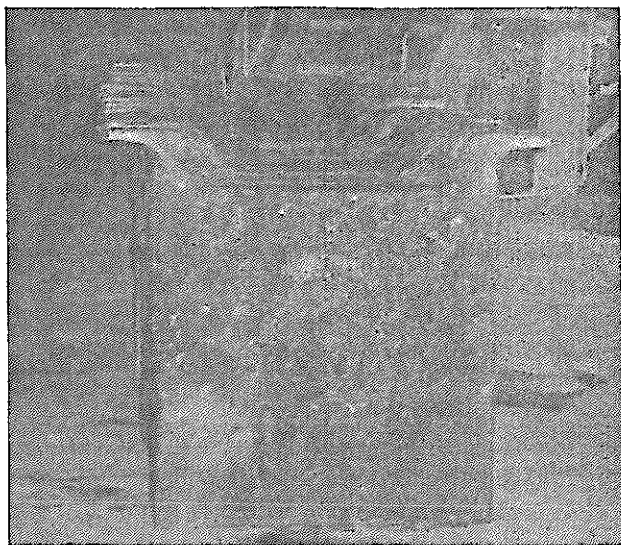
Tozalangan misni 7.2-rasmda ko'rsatilganidek, aylanuvchi gorizontol mashinalardagi qoliplarga suyuq holda anodlar quyiladi.



**7.2-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.

7.3-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.



**7.3-rasm. Anod pechidan olingan qattiq holdagi misli anod qotishmasining umumiy ko'rinishi.**

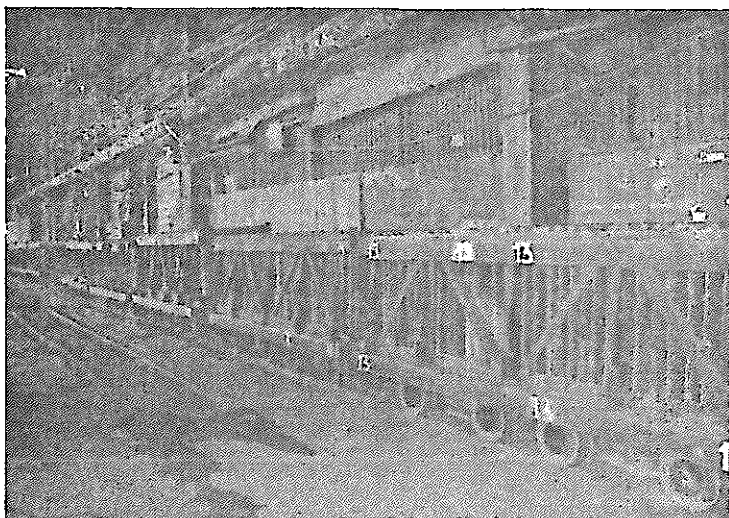
### **7.3. Misni elektrolitik tozalash usuli**

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 jihoz-

langan. 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/ $Su^{2+}$  ionlariga to'g'ri keladi).

Anod pechidan qoliplarga quyib olingan tayyor mahsulot 7.4-rasmda tasvirlanganidek, vagonchalarga taxlanib, temiryo'l izi orqali elektroliz sexiga eritmada qayta ishlash uchun jo'natiladi.



**7.4-rasm. Qattiq holdagi anodlar vagonchalarga taxlanib, elektrolitik usul bilan qayta tozalash uchun elektroliz sexiga jo'natilmoqda.**

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 23 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 unung 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 elektrodlararo masofa 100–110 mm.

Agar masofa 100 mm bo'lsa, anod va katodning orasi 28 mm ga teng bo'ladi. Bu masofa elektrodlarning 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.

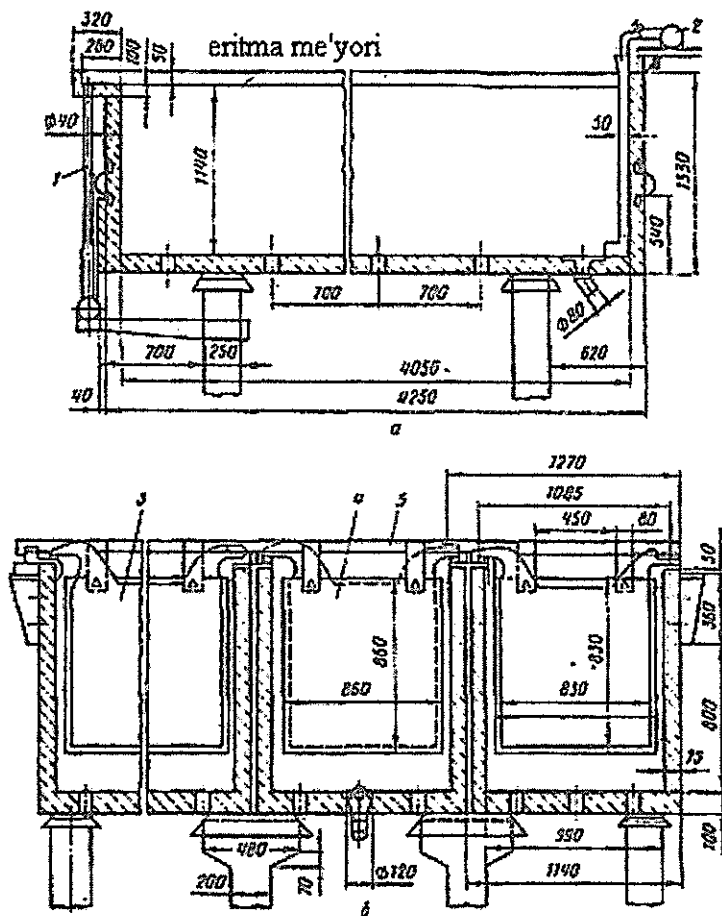
Agarda tok to'g'rilagichdan chiqayotgan tokning kuchlanishi 240 V bo'lsa, vannadagi kuchlanish 0,3 V ga teng bo'ladi, bu holatda bitta to'g'rilagichdan ta'minlanayotgan vannalarning soni quyidagicha topiladi:

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

Jarayonning oqilona boshqarilishi vannadagi kuchlanishning pasayishiga imkon yaratadi. Ayrim zavodlarda vannadagi kuchlanish 0,2–0,025 V

ni tashkil qiladi. Agarda vannadagi kuchlanish 0,25 V bo'lsa, unda bitta seriyadagi vannalarning soni

$250 : 0,25 = 960$  ni tashkil qiladi.



**7.5-rasm. Temirbetondan yasalgan vannaning yon (a) va old (b) tomondan qirgimi.**

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



#### 7.4. Elektroliz jarayonida misning ta'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:



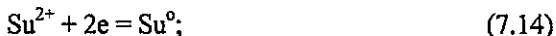
2)  $\text{SuH}_2\text{O}^{2+}$  kationining gidratatsiyasi (metall ionining eritmada suv molekulasini bilan bog'lanishi);

3) kationning eritmaga o'tishi.

Katod jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

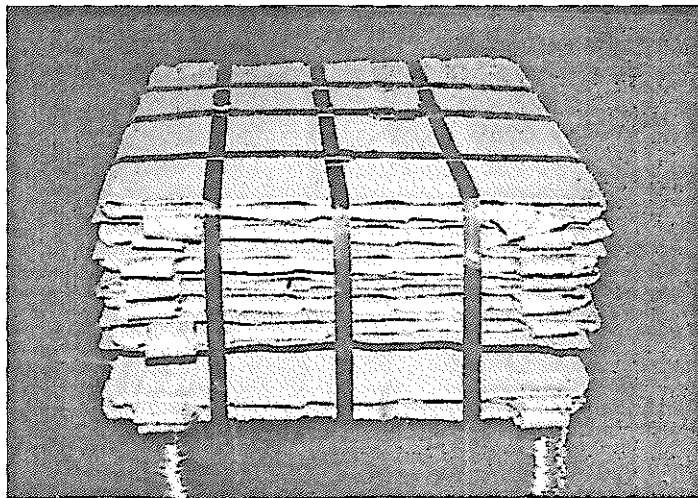
1) Kationning eritma hajmidan katod yuziga o'tishi;

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 (7.6-rasm), toza olingan 99,99% li misli katod tasmalar orqali bog'lanib, sotuvga chiqariladi.



7.6-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:

$$K = [\text{Su}^+]^2 / [\text{Su}^{2+}] = 0,62 \cdot 10^{-6}$$

Boshqa so'z 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 o'tadi, chunki u yerda sistema atmosferada kislorod bilan kontaktida bo'ladi. 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) reaksiyaning borishi natijasida kuzatiladi. Amaliyotda vannadagi misning soni 2 % ni tashkil qiladi. Anoddan katodga mis yarim sulfidi va yarim oksidi ham o'tmasdan cho'kma fazasiga o'tadi. Bu cho'kmalar nodir metallar bilan shlam fazasini tashkil qiladi.

### 7.5. Elektroliz jarayoni ko'rsatkichlariga texnologik omillarning ta'siri

Mis elektrolizida elektr quvvatining sarfi tokning chiqishi va vannadagi kuchlanishiga bog'liq. Voltda o'lchanadigan vannadagi kuchlanish quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$U = J(R_1 + R_2) \quad (7.18)$$

bunda:  $J$  – tokning kuchi, a;

$R_1$  – eritma qarshiligi, Om;

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

Tok kuchi  $J$  tok zichligiga ( $I$ ) bog'liqdir. Tok zichligi – bu 1 m katod yuziga to'g'ri keladigan tokning kuchidir.  $I$  yuqori bo'lsa, shuncha katodning yuzi o'zgarmagan holda, tokning kuchi ko'p ( $J$ ) bo'ladi.

$R_1$  – eritmaning qarshiligiga ta'sir 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 eritmalarining 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 Su (175–200 g/l  $SuSO_4 + 5H_2O$ ) 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  $45-60^{\circ}\text{C}$  oralig'ida bo'ladi.  $25^{\circ}\text{C}$  dagi eritmaning qarshiligiga nisbatan,  $50-55^{\circ}\text{C}$  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  $5\text{ m}^2$  bo'lsa, unda  $60^{\circ}\text{C}$  da bir soatda 30 t suv bug'lanadi.

Qarshilik  $R$  ning qiymatini kamaytirish uchun toza shinalar va kontaktlardan foydalanish kerak. Amaliyotda vannadagi kuchlanish  $0,25-0,30\text{ V}$  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  $0,25\text{ V}$  ga teng bo'lsa, 1 g misni o'tkazishga nazariya bo'yicha sarflanadigan elektr quvvati:

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

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

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

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

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

Mis elektroliz jarayonida tok zichligi  $200-270\text{ a/m}^2$  ni tashkil qiladi. Tok zichligini quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin:

$$I = J/n \cdot 2S \quad (7.19)$$

bunda:  $I$  – tok zichligi,  $\text{a/m}^2$ ;

$J$  – tok kuchi (vannadagi yuklama),  $\text{a}$ ;

$n$  – vannadagi katodlar soni;

$S$  – katod yuzining maydoni,  $\text{m}^2$ .

Agar  $J = 14000$  a,  $n=35:S = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$  m<sup>2</sup>, bo'lsa  $I = 14000: 35 \cdot 2 \cdot 0,81 = 247$  a/m<sup>2</sup>.

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

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

Bunda:  $a$  – misning elektrokimyoviy ekvivalenti, 1,186 g;  
 $\delta$  – 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 50–60°C oraliqda ushlab turiladi.

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

$$Q = 0,239 J^2 R \tau, Dj.$$

Bunda:  $Q$  – issiqlik soni, Dj;  
 $J$  – tok kuchi, A;  
 $R$  – elektrolit qarshiligi, Om;  
 $\tau$  – tok o'tish davomiyligi, sek.

Nazariya va amaliyot shuni ko'rsatadiki, agar tok zichligi  $380 \text{ a/m}^2$  va sexning harorati  $20^\circ\text{C}$  bo'lsa, elektrolitning harorati tashqaridan issiqlik sarflangan holda,  $55^\circ\text{C}$  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.

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, %: Su 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.

## 7.6. Nikel va kobalt olish texnologiyalari

Nikel oq rangli metall, atom massasi 58,69, erish harorati  $1455^\circ\text{C}$ , zichligi  $8,8 \text{ g/sm}^3$ . 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  $500^\circ\text{C}$  dan yuqori haroratlarda boshlanadi.

Nikel oksidi quyidagicha ajraladi:



Nikel oltingugurtga nisbatan yuqori tortishish kuchiga ega. Uning past sulfidi  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  erish harorati  $788^\circ\text{C}$  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 1 mln. 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.

### 7.6.1. 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)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , tolk  $2\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , temir birikmasi  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , kvars 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.

### 7.6.2. 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, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·SaO) faqat 10–8 % turli hokazo elementlar qoladi, xolos.

Asosiy mis-nikelli rudadagi minerallar quyidagilar: pentlandit (Ni, Fe)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>, mis xalkopirit (SuFeS<sub>2</sub>) va xalkozin (Su<sub>2</sub>S) bilan keltiriladi.

Sulfidli mis-nikelli rudalarning asosiy minerallaridan biri pirrotin Fe<sub>7</sub>S<sub>8</sub>. Tog' jinsi asosan oksidlardan tuzilgan, ularning miqdorini quyidagilar tashkil etadi, %: 40–50 SiO<sub>2</sub>, 10–25 Mg; 15–20 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 CaO.

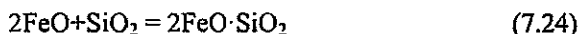
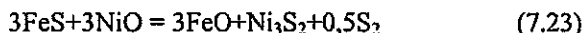
Namunaviy mis-nikel rudasining o'rtacha tarkibi quyidagicha, %: Ni 5,6; Su 1,8; Co 0,16; S 28; Fe 45; SiO 10; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6,9; MgO 1,4; CaO 1,2.

### 7.6.3. 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.

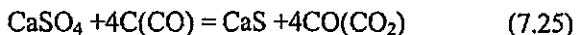
Hozirgi paytda oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash texnologiyasi – shteynga eritishdir. Bu jarayon temir va nikelning kislorod hamda oltingugurtga turlicha moyilligi asos qilib olingan.

Nikel sulfidlanib, shteyn fazasiga o'tkaziladi. Shteyn o'zi bilan ikkita sulfid Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub> 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 (SaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) 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 ham sulfidlaydi:



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:

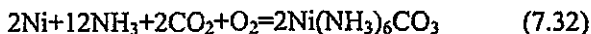


Nikelning oksidi tiklovchi modda bilan aralastirilib, elektr pechida 1500°C da eritiladi va erkin suyuq nikel olinadi.

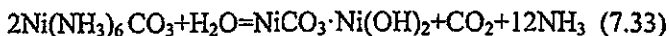
Konverter toshqoli nikelga boy aylanuvchi modda hisoblanib, qaytadan eritish pechiga yuklanadi.

### *Gidrometallurgik usul*

Gidrometallurgik usul o'z vaqtida Kuba usuli deb nomlangan. Bu usulda yanchilgan ruda qaytarish jarayoniga yuboriladi: 600 – 700°C nikel va kobalt metall holatigacha, temir esa faqat FeO shakligacha tiklanadi. Keyin ruda ammiak bilan eritiladi.



Eritma tozalangach, u issiq bug' yordamida qayta ishlanadi:



Cho'kmani kuydirib, nikel oksidi (NiO) olinadi, gazlarning tarkibida  $\text{NH}_3$  va  $\text{CO}_2$  bo'lganligi sababli, ular tanlab eritishga qaytadan yuboriladi. NiO esa erkin holatigacha tiklanadi yoki shunday holatda po'lat eritish zavodlariga qo'shimcha xomashyo sifatida jo'natiladi.

#### 7.6.4. Sulfidli nikel rudalarini qayta ishlash

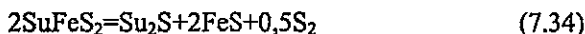
Garchi gidrometallurgik usullar ham ma'lum bo'lsa-da, asosan, sulfidli mis-nikel rudalari pirometallurgiya usuli bilan qayta ishlanadi. Shunday ekan, bu usul haqida batafsil fikr yuritiladi.

##### *Pirometallurgik usul*

Agar rudalarda mis va nikelning yig'indisi 4–5 % dan ko'p bo'lsa, bu boy xomashyo hisoblanib, ularni bevosita qayta ishlash uchun jarayonga yuboriladi. Tarkibida nikel va misi kam bo'lgan rudalar magnit usuli yoki flotatsiya yo'li bilan boyitiladi.

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

Qizdirish davrida, suyuq holatga o'tishdan oldin, 400–600°C larda xalkopirit va nikelli minerallar quyidagi kimyoviy reaksiyalar orqali parchalanadi:



Boshlang'ich jarayonlar natijasida murakkab birikmalarning aralashmasi oddiy sulfidlariga aylanadi, ya'ni  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  va  $\text{FeS}$ .

Asosiy xomashyo moddalardan va qo'shimcha beriladigan fluslardan paydo bo'ladigan toshqol fazasi yuqori haroratda oddiy sulfidlar bilan o'zaro birikib, eriydi va shteyn qatlamini hosil qiladi.

Eritilgan shteyn konverterlarda havo orqali purkab qayta ishlanadi. Jarayonda temirni toshqol holatiga o'tkazish uchun qo'shimcha 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.

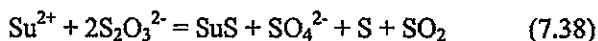
### *Gidrometallurgik usul*

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.



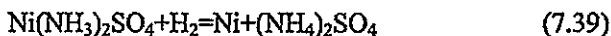
Avtoklavdagi harorat 77-80°C ni tashkil qiladi. Ajralib chiqayotgan ortiqcha issiqlik kimyoviy yo'l bilan ajratib turiladi. Boyitmadagi oltingugurt S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>3</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>, va SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> shakllarga oksidlanadi, temir esa sulfat yoki gidrooksid turida cho'kmaga o'tadi.

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



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 - 175-225°C 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 mis va 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 m<sup>2</sup> va foydali maydoni 140 m<sup>2</sup> bo'lgan pechlarda olib boriladi. Pechning svodidan (yuqori tom qismidan) bir qator 3 yoki 6 ta, diametri 900–1400 mm ko'mir elektrodrlari tushiriladi. Elektrodrlarning pastki qismi suyuq toshqolga tushirilgan bo'lib, unda qarshilik birikma hisobidan ishlaydi.

Pechdagi ishlab chiqarish unumdorligi 12 t/m<sup>2</sup>-sutkani tashkil qiladi, elektr quvvatining sarfi xomashyoga nisbatan 700–850 kvt·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 ferit, kobalt sulfid va platinoidlar bo'ladi. Shteyndagi oltingugurtning miqdori taxminan 25 % gacha bo'lishi mumkin.

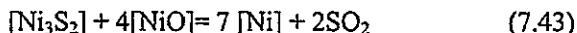
Konverter jarayonining asosiy maqsadi faqat temirni oksidlantirib, uni toshqol fazasiga o'tkazishdir. Qolgan mis-nikel shteyni alohida texnologiya asosida qayta ishlanadi.

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  $\text{Ni} \div \text{Su} = 2 \div 0,5$  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.

### **7.7. Kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi**

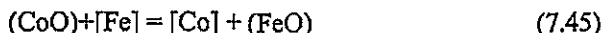
Tabiatda kobalt oksid, sulfid va margimush minerallari tarkibida uchraydi. Kobalt rudalarining zaxiralari juda kam uchraydi. Ko'pincha kobalt boshqa metall zaxiralarida yo'ldosh bo'ladi. Kobalt nikel zaxiralarida bo'lib, o'nga yaqin kimyoviy xususiyatlarga ham ega.

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:



$$K = [\text{CoS}] (\text{FeO}) / (\text{CoO}) [\text{FeS}] = 8 \div 12$$



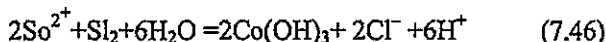
$$K = [\text{Co}] (\text{FeO}) / (\text{CoO}) [\text{Fe}] = 25 \div 30$$

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.

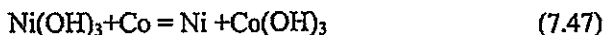
### *Kobaltni eritmadan ajratib olish*

Temir oksid holatiga o‘tkaziladi va ohak yoki soda yordamida cho‘k-tiriladi. 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  $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  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 reaksiya-cining 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.

## Hisob paytida kerak bo'ladigan ayrim ko'rsatkichlar

1mm. simob ust.	= 1,33,322 Pa
1 mm. suv ust.	= 9,80665 Pa
1 fiz.atm.	= 101325 Pa
1 atm.	= 0,1 MPa
1 kal	= 4,1868 J
1 kkal	= 4,1868 kJ
1 kal/(soat °C)	= 4,1868 kJ/(kg K)
1 kal / (s.sm °C)	= 418, 68 Vt / (m.k.)
1 kg/s	= 9,81 N
1 kgs/sm <sup>2</sup>	= 100 kPa
1 kgs/m <sup>2</sup>	= 10 MPa
1 OM·mm <sup>2</sup> /m	= 10 <sup>-4</sup> om ·sm
1 kkal/(m·soat ·°C)	= 1,1630 Vt/(m·C <sup>0</sup> )

## Shartli qisqartmalar va belgilar:

A- atom og'irlik	m- metr
at- atmosfera bosimi	m <sup>2</sup> - kvadrat metr
V- volt	m <sup>3</sup> -kubometr
v -valentlik	mol - gramm/molekula
S <sub>A</sub> - atom issiqlik sig'imi	ml -millilitr
g- gramm	mln- million
gm -gramm-molekula	mm - millimetr
d -solishtirma og'irlik	mk- mikron
ρ-zichlik	mmk- millimikron
kkal -katta kaloriya(kilokaloriya)	tn -tonna
q -qarang	s- soat
sek -sekundda	sm- santimetr
(T), t <sup>0</sup> -harorat (selsiy shkalasi)	sm <sup>2</sup> -kvadrat santimetr
(T <sub>al</sub> ) t <sub>al</sub> - alanganlanish harorati	sm <sup>3</sup> - kub santimetr
(T <sub>s</sub> ) t <sub>s</sub> -suyuqlanish harorati	S -solishtirma
t <sub>q</sub> -qaynash harorati	issiqlik sig'imi

Misli shteynlarni konvertorlash bo'limiga taalluqli grafiklar D.A.Diomedovskiyning rangli metallar zavodlarining pechlarini hisoblashga oid asarlarida berilgan [22,34].



O'zbekiston kon-metallurgiya sanoatiga XX asrning 50-yillarida asta-sekin asos solingan bo'lsa, 1970–1980-yillarda og'ir sanoatning bir tarmog'i bo'lmish o'zbek konchiligi va geologiyasi bu sohada ancha ilgari lab ketdi.

Yosh mutaxassislar uchun juda ko'p o'quv qo'llanma, monografiya va turli janrdagi ilmiy-ommabop risolalar nashr etildi. Biroq metallurgiya va boyitishga oid, ayniqsa, yuqori haroratda olib boriladigan pirometallurgiya jarayonlarini chuqur tahlil qiluvchi, metallurgik ashyo va issiqlik texnikasining ko'rsatkichlari, yonilg'ining yonishida harorat ajralib chiqishi va sarfini aniq hisob qiladigan o'quv qo'llanmalar o'zbek tilida umuman chop etilmadi.

1970–1990-yillarda sobiq Ittifoqda kon-metallurgiya sanoati ancha rivojlanib, o'zining yangi texnologik jarayonlari, yangi ishlab chiqarilgan va sanoatda tatbiq etilgan qaynovchi qatlam pechi, suyuq vannada eritish dastgohi, changni purkash yo'li bilan alanga olib ishlaydigan avtogen jarayonlar Yaponiyaning "Mitsubisi", Kanadaning "Noranda", Finlandiyaning "Outokumpo", Xitoyning "Beyjing" texnologiyalaridan hech ham qolishmas edi. Biroq bu jarayonning borish tafsilotini chuqur tahlil qilish, xomashyo tengligini keltirib hisoblash yo'li bilan aniqlash, uning tom ma'nosini anglab yetish nafaqat zukkolikni, balki kimyo va metallurgiya fanlarining asosiy ko'nikmalarini, nazariya asoslarini o'rganishni talab etadi. Buning uchun, albatta, o'z ona tilida yozilgan adabiyotlar o'ta zarurligi shu kunlarda ma'lum bo'lib qoldi. Chunki yuqori haroratda, ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan, biroq uni kimyoviy reaksiyalarning borishiga qarab his qilishi, uning nazariyasini o'rganib, amaliyotda olinayotgan mahsulotning ajralib chiqish ko'rsatkichiga ta'sir qiladigan bilim zarur. Bu ilmni eng avvalo o'z tilida yozilgan adabiyotlarni o'qib, uning mag'zini chaqib olish lozim.

Ana shunday ilk adabiyotlardan biri, uzoq yillar mobaynida hayotiy tajribalar natijasida to'plangan ko'nikmalar oqqa ko'chirilib, metallurgiya asosiy bo'g'ini bo'lgan pirometallurgiya jarayonlari tafsiloti, yuqori haroratda ishlaydigan pechlar haqida kitob yozildi.

Ushbu o'quv qo'llanmada mis texnologiyasi, Olmaliq sharoitida mis olinishi, ashyolar tengligi, issiqlikning chiqishi, sarfi, yonishi, oqova gaz hosil bo'lishi batafsil jadvallar asosida keltirilgan. Ushbu kimyoviy hisoblar yordamida nafaqat maxsus fanlardan kurs loyihasi yoki bitiruv ishida metallurgik ashyo va issiqlik tengligini keltirib chiqarishda foydalanish mumkin, balki mis eritish zavodida oylik, kvartal balanslarni keltirib chiqarishda ham sanoat miqyosida keng foydalanish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. Тошкент: Ўзбекистон, 1998.
2. Хасанов А.С., Топилов Т.Т., Асқаров М.А., Атаханов А.С. Кўҳна ва навқирон Олмалик. Тошкент, 2001 й, –185 б.
3. Хасанов А.С. История металлургии Узбекистана // Горный вестник Узбекистана. Навоий, 2004. № 3/18. С. 101–104.
4. Khasanov A.S., A.S.Ataxanov, F.R. Ismailova. The history of Uzbekistan's metallurgy and new technologic processes // Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of "Istedod", 2005, December. R. 30–32.
5. Буряков И.Ф., Косимов М.Р., Ростовцев О.М. Тошкент вилоятининг археологик ёдгорликлари. Тошкент: Фан, 1975.
6. Массон М.Е. Ахангаран: археолого-топографический очерк. Ташкент, 1953.
7. Буряков И.Ф. и др. Древняя и средневековая культура Чача. Ташкент: Фан, 1979.
8. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства Под ред. Санакулова К.С. Навоий, 2003. – 176 с.
9. Сигедин В.Н. Алмалыкская жемчужина. Ташкент: Шарк, 1995.
10. Хасанов А.С. Развитие производства меди // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2004. №3. С.168 – 173.
11. Обручев В.А. Образование гор и рудных месторождений. Изд. АН России, 1942 .
12. Пригожин М., Дефей Р. Химическая термодинамика. М.: Наука, 1968. –509с.
13. Карапетянц М.Х. Химическая термодинамика. М.: Химия, 1972. –583с.
14. Вольский А.Н., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1968. – 345 с.
15. Купряков Ю.П. Отражательная плавка медных концентратов. М.: Металлургия, 1976. – 262 с.
16. Купряков Ю.П. Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. М.: Металлургия, 1979. – 98 с.
17. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медно-никелевого сырья. Челябинск: Металлургия, 1988. – 432 с.
18. Сигедин В.Н., Аранович В.Л., Довченко В.А., Хасанов А.С., Руденко Б.И. Процесс медной плавки на АГМК // Горный журнал. М., 1999. №7. С.36–38.

19. Шмонин Ю.Б. Пирометаллургическое обеднение шлаков цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981. – 130 с.
20. Мечев В.В., Быстров В.П. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1976. – 360с.
21. Тарасов А.В., Уткин Н.И. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1997.
22. Диомедовский Д.А. Металлургические печи. М.:Металлургия, 1970.
23. 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, 1991. – 21 с.
24. Хасанов А.С., Сигедин В.Н., Довченко В.А. Способ плавки медных концентратов. Патент РУз №5071. Заявка НДР 97008831. Ташкент, 1997.
25. Хасанов А.С., Атаханов А.С. Повышение комплексной переработки медного и цинкового сырья на Алмалыкском ГМК // Цветные металлы. М., 2003. №2. С.33–34.
26. 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.
27. Хасанов А.С. 107 кимёвий элемент. Изохли лугат. Тошкент: Фан, 2007. 185 б.
28. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. Ташкент: Фан, 2007. – 256 с.
29. Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М., 1963.
30. Кривандин В.А. Металлургическая теплотехника. М.: Металлургия, 1986. – 591 с.
31. Якубов М.М. Теоретические и технологические основы производства черновой меди. Ташкент: Фан, 2005. – 127 с.
32. 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.
33. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмалыкского ГМК // Цветная металлургия. М., 2003. № 4. С. 9–12.
34. Диомедовский Д.А. Расчеты пиропроцессов цветных металлов. М.:Металлургия, 1963.



SO'ZBOSHI.....	3
KIRISH.....	5
<b>I BOB. MARKAZIY OSIYO MA'DANCHILIGI</b>	
1.1. Qadimiy davr ma'danchiligi.....	7
1.2. Ko'hna Iloqda mis ma'danchiligi.....	10
1.3. Mis sanoatining jahondagi o'rni.....	17
1.4. O'zbekistonda konchilik sanoati.....	19
1.5. Olmaliq metallurgiyasi.....	25
<b>II BOB. MISLI ASHYO VA ULARNI QAYTA ISHLASH HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA</b>	
2.1. Misli xomashyolar va minerallarning tasnifi .....	34
2.2. Misning asosiy xossalari va ishlatilishi .....	38
2.3. Birikma va metallarning fizik-kimyoviy xossalari va nazariyasi .....	42
2.3.1. Atom, birikmalar haqida asosiy tushunchalar .....	42
2.3.2. Eritma va qotishmalar haqida asosiy tushunchalar .....	45
2.3.3. Fazalar haqida tushuncha .....	50
2.3.4. Texnologik jarayondagi fazalar o'rni va ularning matematik ko'rinishlari .....	59
2.4. Mis ashyolarini boyitish .....	65
2.5. Xomashyo va shixtalarni tayyorlash hamda uzatish .....	67
2.6. Misli ashyolarni qayta ishlashning zamonaviy usullari .....	70
<b>III BOB. AVTOGEN JARAYON HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA</b>	
3.1. Avtogen eritish jarayonlari .....	79
3.1.1. Sulfidli mis boyitmasini kislorodli-mash'alli pechda eritish va ularni tayyorlash .....	81
3.1.2. Xomashyoni quritish .....	82
3.1.3. Kislorodli-mash'alli eritish pechidagi fizik-kimyoviy jarayonlar .....	84
3.1.4. Kislorodli-mash'alli eritish pechining konstruksiyasi va uni hisoblash .....	88
3.1.5. KMEP jarayonining texnologiyasi .....	92
3.2. Muallaq holatda kislorod yordamida eritish .....	95
3.3. Metallurgiya hisobi .....	99
3.3.1. Kislorodli-mash'alli eritish pechidagi ashyolar tengligini hisoblash .....	99
3.3.2. Boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash .....	99

3.3.3.	Chang chiqish miqdorini hisoblash .....	107
3.3.4.	Tashlanma toshqol tarkibini hisoblash .....	110
3.3.5.	Gazlarni hisoblash .....	116
3.3.6.	Jarayonning ashyolar tengligi .....	117
3.4.	KME pechining issiqlik tengligini hisoblash .....	117

#### IV BOB. SUYUQ VANNADA ERITISH JARAYONI

4.1.	Vanyukov pechi .....	126
4.1.1.	Suyuq vannada eritish jarayoni (VP) .....	128
4.2.	Vanyukov pechi uchun ashyo tengligini hisoblash .....	132
4.2.1.	Klinkerning ratsional tarkibini va qaytar chang tarkibini hisoblash .....	132
4.2.2.	Shteynning miqdori va tarkibini hisoblash .....	136
4.2.3.	Konverter toshqolining miqdori va tarkibini hisoblash .....	139
4.2.4.	Tashlanma toshqol tarkibi va miqdorini hisoblash .....	144
4.2.5.	Kislorodli purkashdagi moddalarning tarkibini hisoblash ....	147
4.2.6.	Oqova gazlarning tarkibi va miqdorini hisoblash .....	151
4.2.7.	Eritishning ashyolar tengligi .....	153
4.3.	Vanyukov eritish pechi konstruksiyasining asosiy elementlari .....	155
4.3.1.	Pech shaxtasining chegara elementlari orqali issiqlik yo'qolishini hisoblash .....	156
4.3.2.	Pechning issiqlik tengligi tenglamalari .....	157
4.4.	Oqova gaz birikmalarining hajmini hisoblash .....	161

#### V BOB. YALLIG' QAYTARUVCHI ERITISH PECHI

5.1.	Yallig' qaytaruvchi eritish pechida misli shixta qorishmasini eritish texnologiyasi .....	163
5.1.1.	Yallig' qaytaruvchi eritish pechida eritish uchun ashyolarni tayyorlash .....	167
5.1.2.	Xomashyo yoki boyitmani kuydirish .....	168
5.2.	Pech qiyaligidagi shixtaning qizishi va erishi .....	170
5.3.	Asosiy erish mahsulotlarining ajralish jarayonlari .....	170
5.4.	Kimyoviy jarayonning nazariy asoslari .....	171
5.4.1.	Temir va boshqa birikmalar haqida .....	175
5.4.2.	Yallig' pechda eritishning amaliyoti .....	178
5.4.3.	Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar .....	181
5.5.	Toshqollarni qayta ishlash .....	182
5.6.	Yallig' qaytaruvchi eritish pechida ashyolar tengligini hisoblash .....	185

5.6.1.	Konverter toshqolining ratsional tarkibini hisoblash .....	189
5.6.2.	Konverter toshqoli va shteyn miqdori .....	190
5.6.3.	Tashlandiq toshqolni hisoblash .....	191
5.6.4.	Gazlarni hisoblash .....	198
5.6.5.	Jarayonning dastlabki ashyolar tengligi .....	201
5.7.	Yallig' qaytaruvchi eritish pechining issiqlik tengligini hisoblash .....	206
5.7.1.	Ekzotermik va endotermik reaksiyalar issiqligi .....	212
5.7.2.	Issiqlikning kelishi va sarfi .....	215

## VI BOB. MISLI SHTEYNLARNI KONVERTORLASH

6.1.	Jarayon haqida umumiy tushuncha .....	217
6.2.	Konvertorlash nazariyasi va ishlash prinsiplari .....	219
6.3.	Konverterdagi ashyolar tengligini hisoblash .....	227
6.3.1.	Birinchi bosqichdagi texnologik jarayonning hisoblari .....	233
6.3.2.	II bosqichning texnologik hisobi .....	240
6.3.3.	Konvertorlash jarayonining umumiy materiallar tengligi .....	242
6.4.	Konverterda boradigan jarayonning issiqlik tengligini hisoblash .....	244

## VII BOB. XOMAKI MISNI TOZALASH JARAYONLARI

7.1.	Olovli tozalash nazariyasi .....	254
7.2.	Misni olovli tozalash .....	255
7.3.	Misni elektrolitik tozalash usuli .....	261
7.4.	Elektroliz jarayonida misning ta'siri .....	265
7.5.	Elektroliz jarayoni ko'rsatkichlariga texnologik omillarning ta'siri .....	267
7.6.	Nikel va kobalt olish texnologiyalari .....	270
7.6.1.	Oksidlangan nikel rudalarining tavsifi .....	271
7.6.2.	Sulfidli nikel rudalarining tavsifi .....	271
7.6.3.	Oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash .....	272
7.6.4.	Sulfidli nikel rudalarini qayta ishlash .....	274
7.7.	Kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi .....	277
Ilova	.....	280
Xotima	.....	281
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	.....	282

**Abdurashid Hasanov  
Quvondiq Sanaqulov  
Anvar Yusupxodjayev**

**Rangli metallar metallurgiyasi**

*O'quv qo'llanma*

*Navoiy davlat konchilik instituti Ilmiy kengashi tomonidan  
nashrga tavsiya etilgan.*

**Muharrir Abdulla Sharopov  
Texnik muharrir Dilrabo Normatova  
Sahifalovchi Shahloxon Karimova**

Nashriyot raqami: 3-36. Terishga ruxsat berildi: 04.12.2009-y.  
Bosishga ruxsat etildi: 13.04.2010-y. Qog'oz bichimi 60x90. Ofset  
bosma. Ofset qog'oz. Hisob-nashriyot t.19,6. 29-buyurtma.  
1000 nusxada.

O'zR FA "Fan" nashriyoti: 100170, Toshkent, I.Mo'minov  
ko'chasi, 9-uy.

Nashr O'zR FA "Fan" nashriyoti kompyuter bo'limida tayyor-  
langan original maketga to'la muvofiq ravishda "Ofset print" MCHJ  
bosmaxonasida chop etildi.

Bosmaxona manzili: Toshkent sh., B.Inoyatov ko'chasi, 20 "A" uy.