

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

**A.A. Saidaxmedov, O.A.Azimov, A.N. Shodiyev, Sh.N.Turobov**

**FOYDALI QAZILMALARNI  
BOYITISH JARAYONLARI**

5311600 – Konchilik ishi (foydali qazilmalarni boyitish)  
ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun

**DARSLIK**

**Navoiy 2021y.**

**UO‘K 622.3(075)**

**S 21**

Foydali qazilmalarni boyitish jarayonlari [Matn]: Darslik / A.A. Saidaxmedov, O.A.Azimov, A.N. Shodiyev, Sh.N.Turobov: O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi; Navoiy davlat konchilik instituti. – 2021 – 352 b.

**Taqrizchilar:** – **U.Z. Sharafutdinov**, texnika fanlari doktori, dotsent;  
– **N.A. Doniyarov**, texnika fanlari doktori, dotsent.

Mazkur darslik hozirgi zamon fan va texnika yutuqlarini inobatga olgan holda mineral tog‘ jinslarini, kerakli ma‘danlarni nokerak tog‘ jinsidan ajratish usullari: gravitatsiya, flotatsiya, magnit, elektr va maxsus usullarda boyitishda foydali qazilmalarni boyitish jarayonlarining nazariyalari va boyitish mahsulotlarini suvsizlantirish, quritish jarayonlari hamda changsizlantirish jarayonlari keltirilgan. Har bir jarayon uchun sanoatda ishlatiladigan dastgohlar to‘g‘risida ma‘lumot keltirilgan.

Ushbu darslik oliy o‘quv yurtlarining «Konchilik ishi» va «Metallugiya» ta‘lim yo‘nalishlari bo‘yicha ta‘lim olayotgan talabalar va shu sohada tahsil olayotgan magistrilar hamda yosh boyituvchi mutaxassislar uchun mo‘ljallangan.

## KIRISH

Jahon iqtisodiyoti rivoji yoqilg'i energetikasi va boshqa turdagi mineral resurslarning qo'llanilishining doimiy ortishi bilan boradi. Rangli va ligerlovchi metallarning ishlatilishi oxirgi 100 yil ichida 3–5 marta ortdi. XXI asrda barcha turdagi mineral xomashyolarning ishlatilishi jadallashgan sur'atda davom etadi. Yaqin 50 yilda mineral xomashyolarni qazib olish hajmi 5 martadan ko'proq ortishi taxmin qilinmoqda.

O'zbekiston o'z taraqqiyot istiqbollari jihatidan qulay geografik strategik mavqeyiga ega bo'lib, tabiiy xomashyo resurslari bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Hozirgi kunda turli foydali qazilma konlari va ma'danlar namoyon bo'lgan istiqbolli makon va joylar aniqlangani va bu borada keng ko'lamda ilmiy tadqiqot izlanish ishlari jadallashib borayotganining o'zi ham bu yurt kelajagining buyukligidan dalolat beradi. Bugungi kunda 100 ga yaqin mineral xomashyolar turlari izlab topilgan va tasdiqlangan zahiraga kiritilgan.

Mazkur darslikda hozirgi zamon fan va texnika yutuqlarini inobatga olgan holda mineral tog' jinslarini boyitish usullari: gravitatsiya, flotatsiya, magnit va elektr maydonlarida foydali qazilmalarni boyitish jaryonlarining nazariyalari keltirilgan. Har bir jarayon uchun sanoatda ishlatiladigan dastgohlar to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Ushbu darslik konchilikka oid barcha mutaxassislikdagi talaba va o'qituvchilar uchun asosiy qo'llanma bo'ladi, degan xolisona niyat bilan yozildi. Unda nafaqat foydali qazilmalarni boyitish jarayonlari balki boyitishda yordamchi jarayonlar va boyitish texnologiyasi ham keltirilgan.

Mualliflar ushbu darslik borasidagi kinobxonlarning tanqidiy va taklifli fikrlarini bajonidil qabul qiladi va kelgusi qayta nashrlarida e'tiborga oladi.

# I BOB. FOYDALI QAZILMALAR HAQIDA TUSHUNCHA

## 1.1. Foydali qazilmalar haqida tushuncha, rudali foydali qazilmalarning xalq xo'jaligidagi o'rni

Foydali qazilmalarni boyitish qattiq foydali qazilmalarni boyitma, ya'ni sifati dastlabki ruda sifatidan yuqori, xalq xo'jaligida keyingi ishlatish uchun qo'yiladigan talablarga javob beruvchi mahsulot olish maqsadida qayta ishlovchi sanoat tarmog'i hisoblanadi.

Foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining sifati ulardagi qimmatbaho (foydali) komponent, qo'shimchalar, yo'ldosh elementlarning miqdori, shuningdek, mahsulotning yirikligi va namligi bilan aniqlanadi.

**Qimmatbaho komponent** deb shu qimmatbaho komponentni ajratib olish uchun foydali qazilma qazib olinayotgan element yoki tabiiy birikmaga aytiladi. Masalan, mis, qo'rg'oshin, temir, asbest misli, qo'rg'oshinli, temirli va asbestli rudalarda tegishli ravishda qimmatbaho komponentlar hisoblanadi.

Qo'shimchalar foydali va zararli bo'lishi mumkin [2].

**Foydali qo'shimcha** deb foydali qazilmada uncha ko'p bo'lmagan miqdorda mavjud bo'lib, qimmatbaho komponent bilan birga ajralib, uning sifatini yaxshilovchi va ajralishini osonlashtiruvchi element yoki tabiiy birikmalarga aytiladi.

**Zararli qo'shimchalar** deb foydali qazilmada uncha ko'p bo'lmagan miqdorda mavjud bo'luvchi, qimmatbaho komponent bilan birga ajralib, uning sifatiga salbiy ta'sir etuvchi va ajralishini qiyinlashtiruvchi elementlar yoki tabiiy birikmalarga aytiladi.

**Yo'ldosh elementlar** deb foydali qazilma tarkibida uncha katta bo'lmagan miqdorda uchraydigan, foydali qazilma tarkibidan ajratish uni yer qa'ridan asosiy qimmatbaho komponent bilan birga qazib olinayotganligi uchungina iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lgan qimmatbaho komponentlarga aytiladi. Masalan, polimetall rudalardagi nodir metallar, temirli rudalardagi boshqa rangli metallar, misli rudalardagi molibden va h.k. lar yo'ldosh elementlarga kiradi. Boyitishda yo'ldosh elementlar alohida mahsulotlarga yoki asosiy qimmatbaho komponent bilan birga ajratilishi mumkin.

**Foydali qazilmalarni boyitishdan maqsad.** Foydali qazilmaning va boyitish mahsulotlarining sifati ularda qimmatbaho komponentning

miqdori qancha ko'p va zararli qo'shimchalarning miqdori qancha kam bo'lsa shuncha yuqori bo'ladi. Mahsulotning sifati qancha yaxshi bo'lsa, u shuncha boy bo'ladi, chunki ko'p miqdorda qimmatbaho komponent saqlaydi. Shuning uchun dastlabki rudaga nisbatan boyroq mahsulot – boyitma olish maqsadida foydali qazilmani qayta ishlash jarayonlari foydali qazilmalarni boyitish deyiladi.

Ba'zan, mahsulotda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining sifati bo'laklarning yirikligiga bog'liq.

Foydali qazilma tarkibidagi qimmatbaho komponentlarning miqdori ularga qo'yiladigan talablardagidan past bo'lmagan hollardagina ular to'g'ridan-to'g'ri metallurgik yoki kimyoviy qayta ishlashga yuboriladi. Foydali qazilmalarning ko'pchiligi tabiiy holda bu shartlarga javob bermaydi. Foydali qazilmalarni qayta ishlash sikliga boyitish jarayonlarini kiritish qazib olinayotgan foydali qazilma tarkibidan boy mahsulot – boyitmani ajratishga va xomashyoni yuqori iqtisodiy samara bilan ishlatishga imkon beradi. Bu holda quyidagi afzalliklarga erishish mumkin:

- foydali qazilmalarning sanoat zahiralari ortadi, chunki kambag'al rudalarni ham qazib olish imkoniyati tug'iladi;

- ishlab chiqarish unumdorligi ortadi va qazib olish tizimi soddalashadi, ya'ni foydali qazilmani qazib olish ishlari arzonlashadi, chunki rudani tanlab emas yaxlit holda qazib olish, kon ishlarini to'liqroq mexanizatsiyalashtirishga erishish mumkin bo'ladi;

- foydali qazilmani metallurgik va kimyoviy qayta ishlash arzonlashadi, ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, chunki bu korxonalariga kelayotgan mahsulot tarkibidagi qimmatbaho komponentning miqdori ortishi bilan yonilg'i, flyuslar, koks, elektr energiyasi, kimyoviy reaktivlar va h.k. lar sarfi kamayadi, metallurgik pechlar va kimyoviy uskunalarning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, oxirgi mahsulotning sifati yaxshilanadi, qimmatbaho komponentning chiqindi tarkibida yo'qolishi kamayadi;

- foydali qazilma kompleks ravishda ishlatiladi, chunki boyitish jarayoni ulardagi barcha qimmatbaho komponentlarni ajratishga imkon beradi;

- transport xarajatlari kamayadi, chunki ko'pchilik boyitish fabrikalari kongra yaqin joyga quriladi va uzoq masofalarga qazib olingan rudaning butun hajmi emas, balki faqat boyitma tashiladi.

Boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar **konditsiyalar** deyiladi va ularni berilgan foydali qazilmaning xususiyatlari va boyitish

imkoniyatlarini hisobga olgan holda belgilanadi. Boyitish texnikasining zamonaviy holatida erishish mumkin bo'lmagan konditsiyalarni o'rnatish mumkin emas. Qimmatbaho komponent miqdorining quyi chegarasiga, hamda zararli qo'shimchalar miqdorining yuqori chegarasiga, shuningdek boyitmaning yirikligi va namligiga ham konditsiyalar belgilanadi.

**Minerallar haqida tushuncha.** Respublikamiz xalq xo'jaligida mineral xomashyolarning turli ko'rinishlari katta miqdorda qo'llaniladi. Hozirgi paytda sanoat va qishloq xo'jalik mahsulotlari ishlab chiqarish uchun mineral xomashyoning 200 dan ortiq turi ishlatilmoqda.

Mavjud texnika-iqtisodiy sharoitda xalq xo'jaligida yetarli samara bilan ishlatilishi mumkin bo'lgan tabiiy mineral moddalar foydali qazilmalar deyiladi. Ular tabiiy holda va tegishli ravishda qayta ishlangan holda ishlatilishi mumkin.

Sifat va miqdor jihatidan xalq xo'jaligida ishlatishga yaroqli yer qa'ridagi mineral moddalarning to'plangan joyi foydali qazilma konlari deyiladi.

Mavjud texnik sharoitda qazib olinishi maqsadga muvofiq konlar sanoat konlari deyiladi. Foydali qazilmani qazib olish va boyitish texnikasi o'sishi bilan sanoat konlari hisoblanmagan konlar ham sanoat konlari kategoriyasiga o'tishi mumkin [1].

Muhim ahamiyatga ega foydali qazilmalar sanoat tarmog'ida ishlatilishiga qarab 3 ta asosiy guruhga bo'linadi: rudali, noruda va yonilg'i.

Metall yoki uning birikmalarini ajratib olish texnologik jihatdan mumkin va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq minerallar agregati ruda deyiladi. Masalan, temir, marganes, rux, molibden, volfram va h.k. rudalari.

Mineral xomashyoning sifatiga qarab rudalar boy (yuqori navli), oddiy (o'rtacha sifatli) va kambag'al (past navli) rudalarga bo'linadi [1].

Tabiiy kimyoviy reaksiyalar asosida hosil bo'lgan tabiiy kimyoviy birikmalar minerallar deyiladi. Minerallar kimyoviy tarkibiga qarab sinflarga bo'linadi, ularning asosiylariga quyidagilar kiradi:

**1. Tug‘ma (sof) elementlar; masalan, sof tug‘ma mis:**



**1-rasm. Sof tug‘ma mis, qizil rangda**

**2. Sulfidlar (metallarning oltingugurt bilan birikmasi)**



**2-rasm. Molibdenit**

Molibdenit - $\text{MoS}_2$ , Kovellin –  $\text{CuS}$ , Xalkozin –  $\text{Cu}_2\text{S}$ , Xalkopirit –  $\text{CuFeS}_2$ , Bornit –  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , Sfalerit -  $\text{ZnS}$ , Galenit –  $\text{PbS}$ .

**3. Oksidlar (metallar va ba’zi elementlarning kislorod bilan birikmalari)** Molibdit -  $\text{MoO}_2$ , Povellit -  $\text{CaMoO}_4$ , Vulfenit -  $\text{PbMoO}_4$ , Smitsonit - $\text{ZnCO}_3$ , Anglezit -  $\text{PbSO}_4$ , Galenit -  $\text{PbS}$ .

#### 4. Silikatlar (metallarning kremniy va kislorod bilan birikmalari)

Kvars –  $\text{SiO}_2$ , Tridimit –  $\text{SiO}_2$ , Kristobalit –  $\text{SiO}_2$ , Xaltsedon –  $\text{SiO}_2$ , Opal –  $\text{SiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .



3-rasm. Sfalerit va Galenit

#### 5. Alyumosilikatlar (alyuminiy saqlovchi silikatlar)

Anortit –  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , Lyetsit –  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ , Ortoklaz –  $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ , Albit –  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$

Rudadan xalq xo‘jaligida ishlatish maqsadida ajratib olinadigan minerallar qimmatbaho yoki foydali minerallar deyiladi. Sanoat ahamiyatiga ega bo‘lmagan minerallar puch tog‘ jinslari deyiladi.

Minerallarning bunday bo‘linishi shartlidir, chunki bitta mineralning o‘zi ayrim sharoitda qimmatbaho, boshqa sharoitda esa puch tog‘ jinsi bo‘lishi mumkin. Masalan, kvars oltinli rudalarda puch tog‘ jinsi, keramika sanoati uchun esa qimmatbaho komponent hisoblanadi. Mahsulotni kompleks ravishda ishlatilishining ortishi puch tog‘ jinslari minerallarining sonini kamayishiga olib keladi.

**Foydali qazilma konlari.** Foydali qazilma konlari tub va sochma konlarga bo‘linadi. Tub konlarda ruda o‘zining dastlabki hosil bo‘lgan joyida tog‘ jinslarining umumiy massivida yotadi. Sochma konlar esa tub konlarning suv, havo kislorodi, harorat va boshqa tabiiy omillar ta‘sirida yemirilishi natijasida hosil bo‘ladi. Foydali qazilma qumlari tabiiy omillar ta‘sirida tub konlar joylashgan joydan ancha masofaga ko‘chishi mumkin.



Moddiy tarkibiga ko‘ra rudalar qora, rangli, kamyob, nodir va radioaktiv metallar rudalariga bo‘linadi [1]. Rudalar, shuningdek, faqat bitta metall saqlovchi monometall va bir nechta metall saqlovchi murakkab polimetall rudalarga bo‘linadi. Polimetall rudalar monometall rudalarga nisbatan ko‘proq uchraydi va ularning tarkibidagi metallar ko‘pincha sanoat ahamiyatiga ega bo‘ladi. Polimetall rudalarga misol tariqasida mis va ruxli, rux va qo‘rg‘oshinli, molibden va volframli rudalarni keltirish mumkin.

Fizik xossalariga ko‘ra rudalar quyidagicha bo‘linadi: zichligi bo‘yicha: og‘ir - zichligi  $3500 \text{ kg/m}^3$  dan yuqori, o‘rtacha - zichligi  $2500\text{-}3500 \text{ kg/m}^3$ , yengil - zichligi  $2500 \text{ kg/m}^3$  dan kichik; namligi bo‘yicha: o‘ta nam, nam va quruq.

Fizik xossalari va kimyoviy tarkibiga ko‘ra rudalar oson va qiyin boyitiluvchi rudalarga bo‘linadi.

Sanoat tomonidan rudali xomashyoga qo‘yiladigan talablar DST va texnik sharoitlar (talablar) tarzida beriladi. Unga ko‘ra mineral xomashyo qimmatbaho komponent, zararli qo‘shimcha va ruda agregatining xususiyatiga qarab navlarga ajratiladi. Namlikning miqdori va granulometrik tarkibga ham cheklanishlar bor.

Ruda tarkibidagi har qaysi mineral ma‘lum bir kimyoviy tarkibga va o‘ziga xos tuzilishga ega. Bu minerallarning rangi, zichligi, elektr o‘tkazuvchanligi, magnitlanish qobiliyati va h.k. kabi doimiy va individual fizik xossalarini ta‘minlaydi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Ruda konlari necha turga bo‘linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
4. Boyitishning xalq xo‘jaligidagi ro‘li nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

## **1.2. Boyitishning texnologik ko‘rsatkichlari**

Boyitishning asosiy texnologik ko‘rsatkichlariga quyidagilar kiradi: komponentning dastlabki ruda va boyitish mahsulotlaridagi miqdori, boyitilish darajasi, boyitish mahsulotlarining chiqishi, komponentlarni boyitish mahsulotlariga ajralishi.

**Komponentning miqdori deb**, mahsulotdagi komponent og'irligini mahsulot og'irligiga nisbatiga aytiladi. Boyitish natijasida erishiladigan boyitilish darajasi deb boyitmadagi qimmatbaho komponent miqdorini uning dastlabki rudadagi miqdoriga nisbatiga aytiladi. Boyitilish darajasi boyitma dastlabki mahsulotga nisbatan qancha boyligini ko'rsatadi [2].

**Boyitish mahsulotlarining chiqishi deb**, boyitish natijasida olingan mahsulot og'irligini dastlabki mahsulot og'irligiga nisbatiga aytiladi. Chiqishni foizlarda yoki birlik ulushlarida ifodalash qabul qilingan. Birlik ulushlarda ifodalangan chiqishga teskari o'lcham boyitish natijasida bir tonna mahsulot olish uchun dastlabki mahsulotning tonnalari sonini ko'rsatadi.

**Boyitish mahsulotlariga foydali komponentning ajralishi deb**, mahsulotdagi komponent og'irligini shu komponentning dastlabki rudadagi og'irligiga nisbatiga aytiladi. Ajralishni foizlarda yoki birlik ulushlarida ifodalash qabul qilingan. Foydali komponentning boyitmaga ajralishi boyitishda shu komponentning qancha qismi dastlabki mahsulotdan boyitmaga o'tganini ko'rsatadi.

**Metallar muvozanatini tuzish.** Boyitish mahsulotlari va dastlabki mahsulotdagi qimmatbaho komponentning miqdori bo'yicha chiqish va ajralishni hisoblash uchun formulalar keltirib chiqaramiz.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

Q, C va T – tegishli ravishda dastlabki mahsulot, boyitma va chiqindining og'irligi, t/soat yoki t/sutka;

$\alpha$ ,  $\beta$  va  $\theta$  – tegishli ravishda dastlabki mahsulot, boyitma va chiqindidagi komponentning miqdori, %;

$\gamma$  - mahsulotning chiqishi, % yoki birlik ulushida;

$\varepsilon$  – ajralish, % yoki birlik ulushida.

Chiqishni aniqlaymiz:

boyitmaning chiqishi

$$\gamma_b = \frac{C}{Q} \cdot 100, \%$$

Chiqindining chiqishi

$$\gamma_{ch} = \frac{T}{Q} \cdot 100, \%$$

Boyitishning oxirgi mahsulotlari chiqishlarining yig'indisi 100 % deb qabul qilinadigan dastlabki mahsulotning chiqishiga teng.

$$\gamma_b + \gamma_{ch} = \frac{C}{Q} \cdot 100 + \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{C + T}{Q} \cdot 100 = 100\%$$

Muvozanat tuzamiz:

mahsulot bo'yicha

$$Q = C + T$$

komponent bo'yicha

$$Q \cdot \frac{\alpha}{100} = C \frac{\beta}{100} + T \frac{\theta}{100}$$
$$Q \cdot \alpha = C\beta + T\theta$$

Mahsulot muvozanati tenglamasidan

$$T = Q - C$$

$$C = Q - T$$

T va C larning qiymatini komponentning muvozanati tenglamasiga qo'ysak

$$Q \cdot \alpha = C\beta + (Q - C) \cdot \theta$$

va

$$Q \cdot \alpha - (Q - T)\beta + T\theta$$

bundan

$$\frac{C}{Q} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta}$$

va

$$\frac{T}{Q} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta}$$

U holda chiqishlarni hisoblash uchun hisoblash formulasini olamiz.

$$\gamma_b = \frac{C}{Q} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100, \%$$

$$\gamma_{ch} = \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot 100, \%$$

Komponentning ajralishini aniqlaymiz boyitmaga

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{C \frac{\beta}{100}}{Q \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \%$$

chiqindiga

$$\varepsilon_{ch} = \frac{T \frac{\theta}{100}}{Q \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \%$$

Komponentni boyitishning oxirgi mahsulotlariga ajralishi yig'indisi uni 100% deb qabul qilingan dastlabki mahsulot ajralishiga teng.

$$\varepsilon_b + \varepsilon_{ch} = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 + \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{C\beta + T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = 100\%$$

$\frac{C}{Q}$  va  $\frac{T}{Q}$  larning yuqorida topilgan qiymatlarini  $\varepsilon_b$ ,  $\varepsilon_{ch}$  ga qo'yib ajralishni hisoblash uchun formulani olamiz.

$$\varepsilon_b = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_b \cdot \beta}{\alpha}$$

$$\varepsilon_{ch} = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot \frac{\theta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_{ch} \cdot \theta}{\alpha}$$

Texnologik ko'rsatkichlar boyitish fabrikalaridagi boyitish jarayonlarini baholash uchun xizmat qiladi.

*Boyitishning texnologik ko'rsatkichlariga doir misollar*

### **1-misol.**

Misli rudalarni boyituvchi fabrikaning ishlab chiqarish unumdorligi 420 t/soat. Misning miqdori: dastlabki rudada  $\alpha=1,2$  % boyitmada  $\beta=22$  %, chiqindida  $\theta=0,1$  %. Boyitmaning va chiqindining chiqishi, misni boyitma va chiqindiga ajralishi va boyitilish darajasini aniqlang.

$$\gamma_b = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100 = \frac{1,2 - 0,1}{22 - 0,1} = \frac{1,1}{21,9} = 0,0502 = 5,02\%$$

$$\gamma_{ch} = 100 - 5,02 = 94,98\%$$

$$C = Q \cdot \frac{\gamma_b}{100} = 420 \cdot \frac{5,02}{100} = 21,08 \text{ t/soat}$$

$$T = Q \cdot \frac{\gamma_{ch}}{100} = 420 \cdot \frac{94,98}{100} = 398,92 \text{ t/soat}$$

### **2-misol.**

Qo'rg'oshinli ruda tarkibidagi qo'rg'oshinning miqdori 2%, boyitma tarkibidagi qo'rg'oshin miqdori 55%, qo'rg'oshinning boyitmaga ajralishi - 85%.

Boyitma va chiqindining chiqishini va chiqindi tarkibidagi qo'rg'oshinning miqdorini aniqlang.

$$\varepsilon_b = \frac{\gamma_b \cdot \beta}{\alpha}$$

$$\varepsilon_b \cdot \alpha = \gamma_b \cdot \beta$$

$$\varepsilon_b = \frac{\gamma_b \cdot \alpha}{\beta} = \frac{85 \cdot 2}{55} = 3,09 \%$$

$$\gamma_{ch} = 100 - 3,09 = 96,91 \%$$

$$\varepsilon_{\text{ch}} = 800 - 85 = 15 \%$$

$$\beta = \frac{\varepsilon_{\text{ch}} \cdot \alpha}{\gamma_{\text{ch}}} = \frac{15 \cdot 2}{96,91} = 0,31 \%$$

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?
2. Boyitma deb nimaga aytiladi?
3. Boyitma tarkibidagi qimmatbaho komponentning miqdori qanday talablarga javob berishi kerak?
4. Boyitishning asosiy jarayonlariga qanday jarayonlar kiradi?
5. Boyitishning asosiy texnologik ko‘rsatkichlariga nimalar kiradi?

### **1.3. Boyitish sxemalarining turlari va ularni tuzish printsiplari**

Foydali qazilma turli minerallarning murakkab kompleksi hisoblanadi. Foydali qazilmada qimmatbaho komponent ko‘pincha tegishli mineralning tarkibida uchraydi. Masalan, mis misli rudalarda mis saqlaydigan minerallar: xalkopirit, bornit, kovellin va h.k. lar tarkibiga kiradi. Kamdan – kam hollarda qimmatbaho komponent toza (tug‘ma) holda uchraydi, masalan, nodir metallar, olmos, grafit va h.k. Qimmatbaho komponent saqlovchi minerallar *foydali minerallar* deyiladi. Qimmatbaho komponent yoki foydali qo‘shimcha saqlamaydigan minerallar *puch tog‘ jinslari* deyiladi.

Bu yerda foydali mineral, zararli yoki foydali qo‘shimcha, puch tog‘ jinslari tushunchalarining nisbiyligini ta’kidlab o‘tish lozim. Mineralning bu tushunchalarning qaysi biriga mansubligi faqat foydali qazilmani berilgan turigagina bog‘liq. Bitta mineralning o‘zi dastlabki mahsulotda foydali, boshqasida esa puch tog‘ jinsi bo‘lishi mumkin. Masalan, kvars keramika sanoati uchun foydali mineral hisoblanadi, rangli va qora metall rudalarida esa puch tog‘ jinsi va hatto zararli qo‘shimcha hisoblanadi.

Foydali qazilmadan qimmatbaho mineralni ajratib olish uni tashkil qiluvchi mineralarning kimyoviy o‘zgartirishlarga uchratish natijasida sodir bo‘ladi: minerallardan metallar quyiladi, apatit super-fosfatga aylanadi va h.k. Foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining bunday qayta ishlanishi metallurgik, kimyo, keramika, shisha, sement, lak – bo‘yoq va boshqa sanoat korxonalarida amalga oshiriladi.

Foydali qazilmalarni boyitish – minerallarning kimyoviy o‘zgarishlari bilan bog‘liq bo‘lmagan mexanik qayta ishlashdir. Minerallarning kimyoviy tarkibi boyitishgacha va boyitishdan keyin ham o‘zgarishsiz qoladi. Boyitishda foydali qazilma sifatining yaxshilanishi *minerallarni ajratish* orqali amalga oshiriladi.

*Boyitma* deb ataluvchi mahsulotlarga foydali mineral va foydali qo‘shimchalarning asosiy qismi, *chiqindi* deb ataluvchi mahsulotlarga esa puch tog‘ jinslari va zararli qo‘shimchalarning katta qismi ajratiladi. Chiqindi boyitish jarayonidan chiqarib tashlanadi va chiqindilar maydonida yig‘iladi, boyitma esa keyingi qayta ishlash va ishlatishga jo‘natiladi.

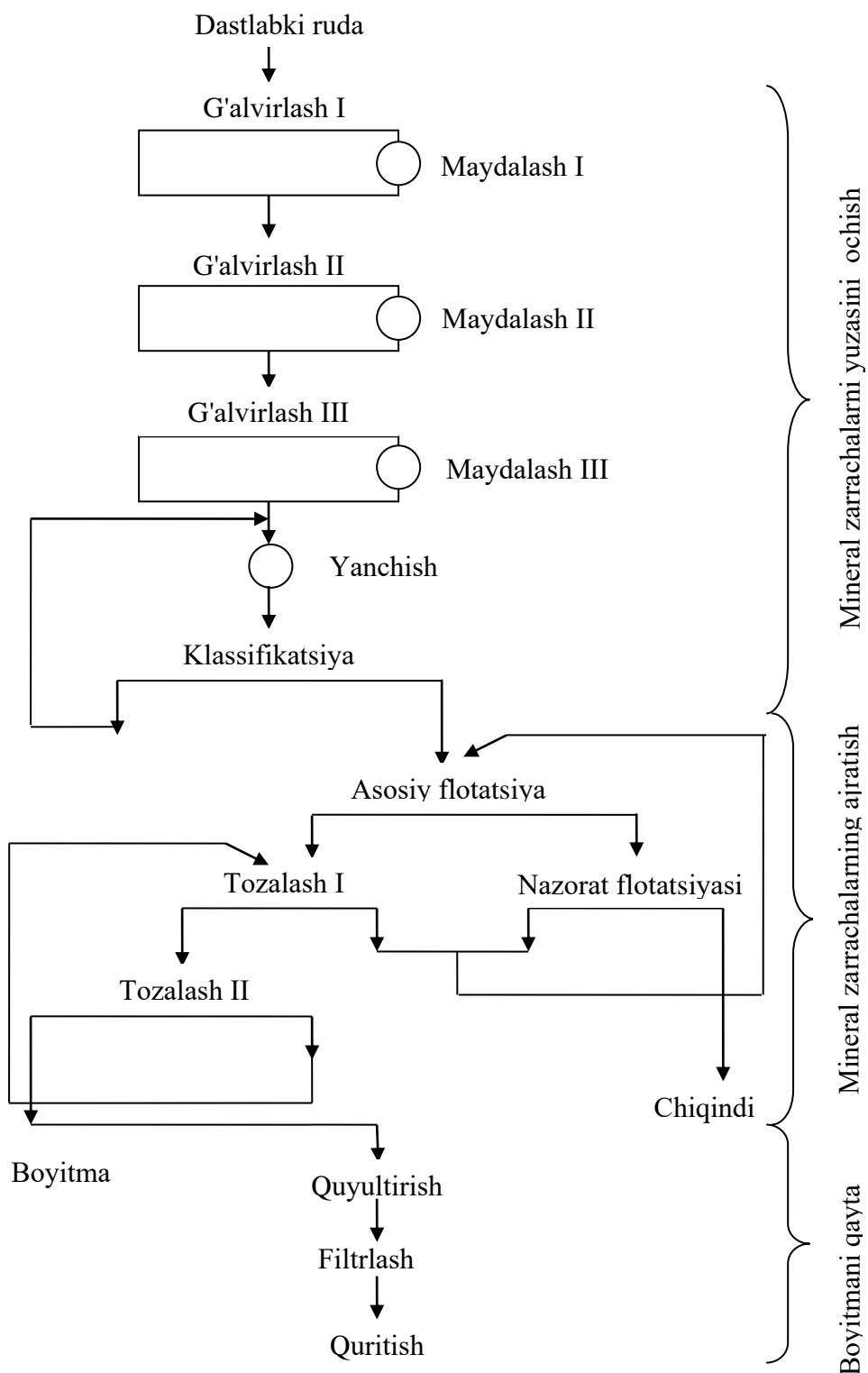
Boyitishda foydali qazilma sifatining yaxshilanishiga puch tog‘ jinslarini ajratish va foydali minerallarni kamroq hajmga yig‘ish orqali erishiladi. Bunda qimmatbaho komponentning miqdori ortadi, chunki uning deyarli barcha miqdori boyitmada jamlanadi. Boyitishda ajratiluvchi minerallarning fizik va fizik-kimyoviy xossalariidagi farq ishlatiladi. 1.1-jadvalda minerallarning boyitishda ishlatiladigan xossalari va ularga muvofiq boyitish usullari keltirilgan.

Boyitish usullari boyitish jarayonlariga bo‘linadi. ***Boyitish jarayoni – minerallarni bir-biridan minerallarning xossalariidagi farq asosida ajratish.*** Masalan, minerallarning zichligidagi farq ularni har xil usulda ajratish uchun ishlatilishi mumkin. Turli zichlikdagi minerallarni qovushqoq muhitda tushish tezligiga qarab ajratish mumkin, lekin ularni og‘ir minerallar cho‘kuvchi, yengillari esa yuzaga qalqib chiquvchi og‘ir suyuqliklarda ham ajratish mumkin. Ikkala hol ham gravitatsiya usulida ajratishga kiradi, lekin ular turli boyitish jarayonlari hisoblanadi [1].

**1-jadval**

**Boyitish usullari va minerallarning xossalari**

<b>Boyitish usullari</b>	<b>Minerallarning xossalari</b>
Gravitatsiya	Solishtirma og‘irlik, zichlik
Flotatsiya	Mineral zarrachalar yuzasining fizik-kimyoviy xossalariidagi farq
Magnit	Magnitlanish qobiliyati
Elektr	Elektr xossalari
Qo‘lda saralash	Rangi, yaltiroqligi, shakli, zichligi



**4-rasm.** Flotatsiya boyitish fabrikasining texnologik sxemasi

Boyitishni bir marta boyitishda tugatib, darhol boyitma va chiqindi olish mumkin. Ko'pincha shunday bo'ladiki, bir marta boyitishdan so'ng boyitma unchalik boy, chiqindi esa yetarli darajada kambag'al bo'lmay, ularni qaytadan boyitishga to'g'ri keladi. Bu maqsadda boyitmani *tozalash* va chiqindini *nazorat boyitish* jarayonlari o'tkaziladi.

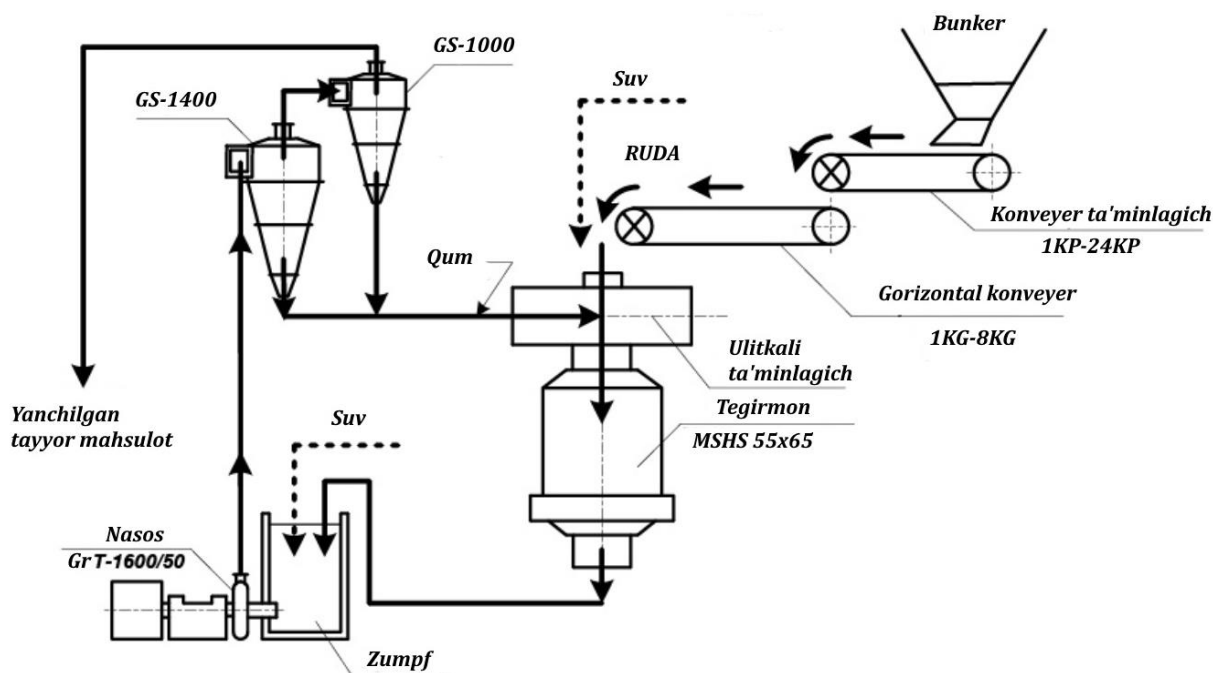
Boyitish fabrikasida foydali qazilma bir qator qayta ishlash jarayonlaridan o‘tib, ularning texnologik sikldagi vazifalariga qarab *tayyorlash*, *boyitish* va *yordamchi* jarayonlarga bo‘lish mumkin.

Tayyorlash jarayonlariga maydalash, yanchish, elash hamda klassifikatsiya jarayonlari kiradi va ularda mineral zarrachalarning yuzasi ochiladi, foydali qazilmani boyitish muvaffaqiyatli o‘tishi uchun lozim bo‘lgan yiriklikdagi sinflarga ajratiladi.

Boyitish jarayonlariga foydali qazilmani boyitma va chiqindiga ajratishga imkon beruvchi minerallarni ajratish jarayonlari kiradi.

Yordamchi jarayonlarga boyitmani suvsizlantirish va chiqindilarni maxsus maydonga to‘plash jarayonlari kirib, ularda boyitmaning namligi belgilangan chegaragacha kamaytiriladi, fabrika oqava suvlarini tabiiy suv havzalariga tashlashda yoki fabrikada qaytadan ishlatishdan oldin tozalanadi.

**Foydali qazilmalarni boyitish sxemalarining turlari va ularni tuzilishi.** Boyitish fabrikasida foydali qazilma uchraydigan jarayonlarning ketma-ketligi *boyitishning texnologik sxemalarini* tashkil qiladi. Odatda sxemada dastlabki va boyitish mahsulotlarining sifati va miqdoriga doir ma’lumotlar, shuningdek alohida jarayonlardagi qayta ishlash tartibi keltiriladi.



**5-rasm.** Yanchish texnologiyasining uskunalar zanjiri sxemasi.



Bunday sxemalar *sifat-miqdor sxemalari* deyiladi. Alohida jarayonlarga va mahsulotlarga qo‘shiladigan, va alohida jarayon va mahsulotlardagi suvning miqdoriga doir ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan sxema *suv sarfi (shlam) sxemasi* deyiladi [1]. Texnologik sxemadan tashqari *uskunalar zanjiri sxemasi* ham tuziladi, unda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining uskunalar bo‘ylab harakatlanish yo‘nalishi grafik tarzda ifodalanadi. Sxemada uskunalarining turi, o‘lchami va soni ko‘rsatiladi. Misol tariqasida 4-rasmda texnologik sxema, 5-rasmda esa flotatsiya boyitish fabrikasining uskunalar zanjir sxemasi keltirilgan [2].

### **Nazorat savollari**

1. Boyitishning qanday sxemalarini bilasiz?
2. Boyitish sxemalarini tuzishda qanday omillar hisobga olinadi?
3. Suv shlam sxemasini hisoblash nima uchun zarur?
4. Uskunalar zanjir sxemasida nimalar ko‘rsatiladi?
5. Uskunalar zanjir sxemasida tayyorlash jarayonlari uskunalari qanday ko‘rinishda chiziladi?

### **1.4. Fraksion tahlil**

Hozirgi vaqtda tabiatda uch mingga yaqin mineral borligi ma'lum bo‘lib, shulardan 250 tasi gravitatsiya usuli bilan boyitish jarayonida qatnashadi. Yuqorida aytilganidek, gravitatsiya zarrachalarning zichligi, shakli va o‘lchamlari turli bo‘lib, muhitda har xil tezlik bilan harakatlanishi qonuniyatiga asoslangan boyitish usulidir.

Shuning uchun, zichlik, shakl, zarracha o‘lchami va muhit xossalari degan tushunchalar bilan tanishib chiqamiz.

#### **Qattiq zarracha xossalari**

Zarrachaning zichligi deb, uning massasini ( $m$ ) hajmiga nisbatiga aytiladi va  $\delta$  - harfi bilan belgilanadi:

$$\delta = \frac{m}{V}, \text{ kg/m}^3.$$

bu yerda:  $m$  - zarrachalarning massasi, kg;

$V$  - zarrachaning hajmi,  $\text{m}^3$ .

Zarrachalarning kattaligi uning geometrik o‘lchami bilan belgilanadi. Hisob-kitoblarni soddalashtirish uchun zarra shaklini inobatga olinmagan holda, «ekvivalent diametr» degan tushuncha kiritilgan:

$$V = \frac{\pi d^2}{6}$$

$$d_y = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi\delta}} = 1.24\sqrt[3]{\frac{m}{\delta}}$$

Minerallarning zichliklari 1300-19300 kg/m<sup>3</sup> atrofida bo‘ladi (2-jadval).

Zarra shakli har xil bo‘lib, u mineralning tabiatiga bog‘liq. Hisoblashlar uchun shakl koeffitsiyenti degan tushuncha kiritilgan:

$$\varphi = \frac{Sm}{S} = \frac{4,87V^{2/3}}{S}$$

bu yerda,  $\varphi$  - shakl koeffitsiyenti;

$Sm$  - sharning yuzasi;

$S$  – noto‘g‘ri shaklli zarracha yuzasi.

Quyida shakl koeffitsiyentining qiymati keltirilgan:

Sharsimon 1,0;

Yumaloqroq 0,8-0,9;

Burchakli 0,7-0,8;

Yalpoq 0,6-0,7.

## 2- jadval

### Minerallarning zichliklari

Mineral	Kimyoviy ifodasi	Zichligi kg/m <sup>3</sup>	Foydali modda	Foydali moddaning miqdori, %
Oltin	Au	19300	Oltin	100
Galenit	PbS	7400-7600	Qo‘rg‘oshin	86,6
Molibdenit	MoS <sub>2</sub>	4300-5000	Molibden	59,94
Magnetit	Fe <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	4500-5300	Temir	72,4
Pirit	FeS <sub>2</sub>	4900-5200	Temir	46,55
Kvars	SiO <sub>2</sub>	2650	Kremniy	46,7
Kalsiy	CaCO <sub>3</sub>	2700	CaO	56
Magnezit	MgCO <sub>3</sub>	3000	MgO	47,6
Ko‘mir	C	1300-1800	Uglerod	-

### Muhitning xossalari

Gravitatsiya usuli bilan boyitishda muhit vazifasini havo, suv, og‘ir suyuqlik, suspenziya (loyqa) elektr yoki magnit maydoniga joylashtirilgan suyuq elektrolit o‘tashi mumkin. Boyitishda muhitning quyidagi xossalari

ahamiyatga molik: zichligi, qovushqoqligi, harakatlanayotgan jismga qarshiligi va barqarorligi.

Yuqorida keltirilgan muhit xossalari unda ajralayotgan zarrachalar harakatiga katta ta'sir qiladi. Shuning uchun ularning qiymatlari boyitish dastgohlarini hisoblashda inobatga olinadi.

Muhitning zichligi deb, muhit massasini uning hajmiga nisbatiga aytiladi.

$$\Delta = \frac{m}{V}, \text{ kg/m}^3$$

Ma'lumki og'irlik bilan massa o'zaro  $mg = G$  nisbatiga ega. Tenglamani ikkala qismini hajmiga bo'lsak quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta g = \rho$$

bu yerda:  $G$  – muhitning og'irligi, kg

$g$  - erkin tushish tezlanishi,  $9,81 \text{ m/s}^2$

$\rho$  -muhitning solishtirma og'irligi  $\text{kg/m}^3$

Bu zichlik bilan solishtirma og'irlik o'zaro bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Suvning zichligi  $20^\circ\text{C}$  haroratda  $1000 \text{ kg/m}^3$ , havoning zichligi -  $1,23 \text{ kg/m}^3$  ga teng. 2-jadvalda boyitish jarayonida ishlatiladigan ba'zi bir og'ir suyuqliklari tavsifi keltirilgan.

Og'ir suyuqliklardan  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  bromofrom, Tula va Klerchi suyuqliklari sanoatda ko'proq qo'llaniladi.

**Fraksion tahlilda zichliklar bo'yicha guruhlariga ajratish.** Og'ir suyuqliklarni (og'irlashtirgichlarni) eritmadagi konsentratsiyalarni o'zgartirib muhit zichligini o'zgartirish mumkin, masalan:

Brom miqdori, hajmiy foiz hisobida	100	75	50	25
Eritmaning zichligi	2890	2430	1890	1320

Suspenziya (loyqa) ning zichligi og'irlashtirgichning zichligi va uning suspenziyadagi hajmiy miqdoriga bog'liq. Bu kattaliklarning o'zaro bog'liqligini quyidagi mulohaza yuritish bilan aniqlash mumkin.

Quyidagi belgilashlarni qabul qilamiz:

$V_C$  - suspenziyaning hajmi,  $V_C=1 \text{ m}^3$ ;

$\Delta$  - suspenziyaning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$V_T$  - suspenziyadagi og'irlashtirgichni hajmiy miqdori;

$\delta$  - og'irlashtirgichning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$V_C-V_T$  - suspenziyadagi suvning hajm miqdori;

$\Delta_C$  - suvning zichligi,  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

Quyidagi tenglamani yozishimiz mumkin:

$$V_c \Delta = V_T \delta + (V_c - V_T) \Delta c,$$

bundan

$$\Delta = V_T \delta + (1 - V_T) 1000;$$

$$V_T = \frac{\Delta - 1000}{\delta - 1000}$$

Hajm birligidagi suspenziyadagi og'irlashtirgichning miqdori.

$$C = V_T \delta = \frac{\Delta - 1000}{\delta - 1000} \delta$$

Suspenziyadagi og'irlashtirgichni massa bo'yicha konsentratsiyasi quyidagicha:

$$q = V_T \delta = \frac{\Delta - 1000}{\delta - 1000} \cdot \delta$$

### 3-jadval

#### Og'ir suyuqliklar tavsifi

Suyuqlik	Kimyoviy ifodasi	Zichligi, kg/m <sup>3</sup>	Suvdagi eruvchanligi
Rux xlorid	ZnCl <sub>2</sub>	2500	Eriydi
Kalsiy xlorid	CaCl <sub>2</sub>	2500	Eriydi
Bromofrom	CHBr <sub>3</sub>	2890	Eriydi
Tula suyuqligi	CH <sub>2</sub> (COOTl) <sub>2</sub>	3170	Eriydi
Klerchi suyuqligi	HCOOTl	4250	Eriydi

Berilgan hajmda suspenziya tayyorlash uchun kerak bo'lgan og'irlashtirgichni miqdori:

$$Q = W V_T \delta = W \frac{\Delta - 1000}{\delta - 1000} \delta$$

bu yerda, W-suspenziya hajmi.

Amalda ko'mirni boyitish uchun tayyorlashda magnetit boyitmasi ( $\delta_t=4400$ ), rudalarni boyitish uchun esa ferrosilitsiy ( $\delta_t=6800$ ) ishlatiladi.

Suyuq muhitni zichligini oshirish uchun elektr tokidan foydalanilsa ham bo'ladi. Chunki, magnit va elektr maydonlariga o'rnatilgan elektrolitning zichligi magnit va elektr tokining parametrlariga bog'liq bo'ladi. Buning uchun magnitogidrodinamik qurilmasidan foydalaniladi.

Zichliklari har xil bo'lgan zarrachalarni bir-biridan ajratish uchun amalda «MGD-separatsiya» qurilmasidan foydalaniladi.

Qurilma dielektrik materialdan yasalgan N va S qutbli idish, elektr tokiga ulangan metall elektrodlardan iborat.

Elektrodlar tokka ulanganda elektrolit orqali tok o'ta boshlaydi va magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlanadi. Bu kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$F = V I l,$$

bu yerda,  $V$  – qutblar oralig'idagi magnit maydonini induksiyasi;

$I$  – elektrolit orqali o'tadigan tok, A;

$l$  – elektrodlar orasidagi masofa, mm.

Elektrolitning elementar hajmiga ta'sir qilayotgan elektromagnit kuchi, pastga yo'nalgan:

$$dF = B j l dS$$

bu yerda:  $j$  – elektrolitdagi tok zichligi;

$dS$  – elektrolitni elementar qirgimi;

$ldS$  – elektrolitning elementar hajmi.

U holda,

$$Bj = dF / ldS.$$

Bu ifodani elektromagnit hajmiy kuchini bildiradi. Shu berilgan kesimning o'zida pastga yo'nalgan elektrolitning og'irlik kuchi  $G$  ta'sir qiladi.

Shunday qilib, elektrolitni pastki qatlamida og'irlik kuchi bilan aniqlanadigan bosim  $r_o$  va elektromagnit hisobiga hosil bo'lgan bosim  $r_e$  ish olib boradi. U holda elektrolitga ta'sir qilayotgan umumiy bosim quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$r = r_o + r_e.$$

$h$  balandlikdagi ta'sir qilayotgan kuchlar shartli ravishda zichlik deb nomlanadigan kattalik bilan belgilanadi:

$$r/h = r_o/h + r_e/h$$

yoki

$$\Delta_r = \Delta_o + \Delta_e$$

Hajmiy elektromagnit kuchi ( $Bj$ ) va og'irlik kuchi ( $G$ ) qo'shilganda elektrolitni zichligi  $\Delta_o$  elektromagnit kuchlar ta'siridan keltirilgan zichlik  $\Delta_e$  kattaligigacha oshadi va zarrachaning ajralish zichligi  $\Delta_r$  muhitida o'tadi.

Elektromagnit kuchining yo'nalishi elektr tokining yo'nalishiga bog'liq. Agar, tokning yo'nalishini o'zgartirsak, elektromagnit  $F$  yuqoriga yo'nalgan bo'ladi:

Agar  $\Delta_o = \Delta_e$ ,  $\Delta_r = 0$ , u holda elektrolit muallaq bo'lib qoladi. Elektr kuchini oshirib, yoki kamaytirib, yoki tokning yo'nalishini o'zgartirish yo'li bilan elektrolitning zichligini hohlaganicha o'zgartirish mumkin. Bu esa magnitogidrodinamik saralash usulini ustuvorligini ko'rsatadi.

*Muhitning qovushqoqligi* – deb harakatlanayotgan suyuqlik qatlamlarini o‘zaro ichki ishqalanish kuchiga aytiladi.

Nyuton qonuniga asosan, nisbatan har-xil tezlik bilan harakatlanayotgan suyuqlik qatlamlarining bir-biriga ko‘rsatayotgan ta'sir (ishqalanish) kuchi, ularning nisbiy tezligiga, tegib turgan qirqim yuzasiga to‘g‘ri mutanosib va suyuqlikning tabiatiga bog‘liq bo‘lib, bosimga bog‘liq bo‘lmaydi, ya'ni:

$$T = S\mu \frac{du}{dh},$$

bu yerda,  $T$  – ichki ishqalanish kuchi;

$S$  – tegib turgan qatlamlar yuzasi;

$\mu$  - qovushqoqlik koeffitsiyenti

$du$  - qatlamlar tezliklarining farqi

$dh$  - qatlamlar markazlari oralig‘idagi masofa;

$du/dh$  – tezlik gradiyenti

Qovushqoqlik faqat harakatlanayotgan suyuqliklardagina mavjud. Tinch turgan muhitda qovushqoqlik bo‘lmaydi. Shuning uchun ham  $\mu$  – ni dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti deyiladi. Uning o‘lchov birligi SI sistemasida  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  bilan o‘lchanadi. 4-jadvalda bir nechta qovushqoqlikning dinamik koeffitsiyentlari keltirilgan.

Gidravlikada ko‘pincha qovushqoqlikni «Kinematik koeffitsiyenti» degan atama qo‘llaniladi va u muhit qovushqoqligi dinamik koeffitsiyentini muhit zichligi nisbatiga teng:

$$\gamma = \frac{\mu}{\Delta}.$$

Tabiatda Nyuton qonuniga bo‘ysunmaydigan muhitlar bo‘ladi. Bunga suspenziya (loyqa) deb ataluvchi, kolloid eritmalar, emulsiyalar kiradi. Bunday muhit harakatsiz turganda ham qovushqoqlikka ega. Kolloid eritmalar va emulsiyalarda o‘ta mayda qattiq zarrachalar bir-biri bilan tortishish kuchiga, ma’lum tuzilishiga (strukturaga) ega bo‘lib eritmada muallaq holda teng tarqalgan bo‘ladi. Ammo vaqt o‘tishi bilan qattiq zarrachalar asta-sekin bir-biri bilan qo‘shilishib pastga qarab cho‘ka boshlashadi. Muhitni yuqori qismi tinib boradi, pastki qismi quyushadi va muhit balandligi bo‘yicha zichligi o‘zgarib boradi.

Suspenziyaning qatlam bo‘yicha berilgan zichligini saqlab turish qobiliyatiga suspenziyani barqarorligi deb ataladi.

**Muhit qovushqoqligining dinamik koeffitsiyentlari**

Muhit	Harorat, °C	MPa·s
Havo	20	0,00002
Suv	20	0,00101
Kerosin	18	0,0025
Neft (engil)	18	0,025
Neft (og'ir)	18	0,14
Surkash moyi	20	0,172
Glitserin	20	0,87

Suspenziyaning barqarorligini oshirish uchun unga bentonit, juda mayda zarrachali og'irlashtirgichlar, yoki suyuq shisha, oltingugurt alyuminatlar (0,001-0,5%) qo'shiladi.

**Fraksion tahlil**

Fraksion tahlil deb – foydali qazilmani boyitishga moyillik tavsifini aniqlash uchun undagi har-xil zichlikka ega bo'lgan zarrachalarni guruhlarga (fraksiya) ajratishga aytiladi.

Boyitishga moyillik tavsifi (xarakteristika) deb foydali qazilmalardagi har-xil zichlikka ega bo'lgan zarrachalar guruhini sifat va miqdoriy nisbatiga aytiladi.

Fraksion tahlil har-xil kattalikdagi zarrachalar bilan olib borilishi mumkin.

Muhit sifatida – mineral tuzlarning suvdagi eritmasi, organik suyuqlik, suspenziya ishlatiladi.

Foydali qazilmalar zarrachalarining o'lchami 1mm dan yuqori bo'lgan fraksion tahlil statik sharoitda 1 mm dan kichik bo'lsa, dinamik sharoitda (sentrifugada) olib boriladi.

Ko'mirni fraksion tahlil qilish uchun zarracha o'lchamiga qarab quyidagi miqdorda namuna olinadi.

Eng katta zarracha o'lchami, mm	100	50	25	13	6,3	1	0,5
Namuna miqdori, kg	100	50	25	13	6,3	1	0,5

Har bir namuna tahlil qilishdan oldin teshikchalari diametri 0,5 mm bo'lgan elakda yuviladi, bunda mayda zarrachalar (shlam) chiqarib tashlanadi. Ko'pincha tahlil qilish uchun quyidagi zichlikka ega bo'lgan suyuqlik ishlatiladi: 1300, 1400, 1500,1600, 1800, kam hollarda 2000, 2200 kg/m<sup>3</sup>

Rudalarni tahlil qilish uchun esa 2400, 2700, 3000, 3300, 3500, 3700, 4000 kg/m<sup>3</sup> li suspenziyalar ishlatiladi.

Fraksion tahlil quyidagicha amalga oshiriladi: og‘ir suyuqlik to‘ldirilgan idishlarga navbatma-navbat 10 kg gacha namuna solingan tagi teshik (Ø 0,5 mm) bochkaga tushiriladi va yuqorida suzib yurgan zarrachalar guruhi cho‘mich bilan suzib olinadi (6- rasm).

Fraksiyalar suv bilan yuvib quritiladi, tarozida tortiladi va kimyoviy tahlil qilinadi, jadval tuziladi va grafik quriladi.

Rudalarni boyitishda «boyitish samaradorligi» degan tushuncha bo‘lib, u quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

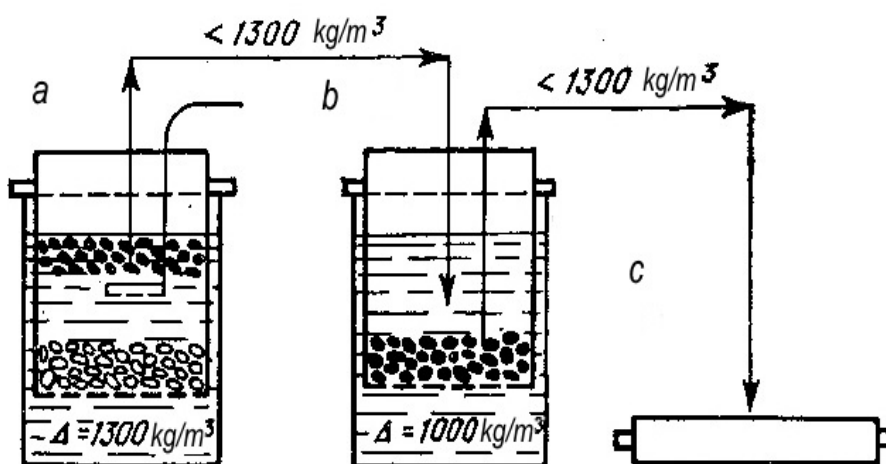
$$E = \frac{\gamma(\beta - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)} \cdot 100\% ,$$

bu yerda, E – boyitish samaradorligi, %;

$\gamma$  – boyitmaning chiqishi, %;

$\beta$  - kerakli komponentning boyitmadagi miqdori (konsentratsiyasi), %;

$\alpha$  – kerakli komponentning dastlabki mahsulotdagi (rudadagi) miqdori, %.



**6-rasm.** Fraksion tahlil qilish sxemasi:

a-zichligi 1300 kg/m<sup>3</sup> bo‘lgan og‘ir suyuqlik uchun idish; b - suvli idish;  
c – zichligi 1300 kg/m<sup>3</sup> dan kichik bo‘lgan mahsulot uchun idish.

### Nazorat uchun savollar:

1. Gravitatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Hidrostatik va gidrodinamik jarayonlar deb nimaga aytiladi?
3. Cho‘ktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?



## II BOB. GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH

### 2.1. Cho'ktirish usulida boyitish asoslari

**Cho'ktirish usulida boyitishning mohiyati.** Foydali qazilmalarni «cho'ktirish» usuli bilan boyitish pulsatsiyalanuvchi muhitda mineral zarrachalarning vertikal tekislikda harakat tezligi farqiga asoslangan. Jarayon cho'ktirish mashinasi deb ataluvchi dastgohlarda o'tkaziladi. Dastgohning asosiy ishchi qismi *cho'ktirish panjarasi* bo'lib, unda mineral zarrachalar zichligi va yirikligi bilan qatlamlanadilar. Saralanish, muhitga yuqoriga-pastga harakat qiluvchi oqim (pulsatsiya) hosil qilish hisobiga amalga oshiriladi. Panjaraning yuzasida (pastki qismida) og'ir va yirik, yuqori qismida yengil zarrachalar qatlami hosil bo'ladi. Panjara yuzasida hosil bo'lgan zarrachalar qatlami tabiiy taglik deb ataladi [1].

Yengil zarrachalar muhit oqimi bilan dastgohdan chiqib ketadi, og'ir zarrachalar esa panjaradan o'tib, dastgohning pastki qismida to'planadi va maxsus moslama orqali chiqarib turiladi.

O'lchamlari 10 mm dan kichik bo'lgan zarrachalar uchun panjaraga sun'iy taglik teriladi. Suniy taglikning (gematit, magnetit, ferrosilitsiy, metall soqqachalar va boshqalar) zichligi og'ir mineralnikidan kichik, yengil mineralnikidan katta va o'lchami ajratilayotgan eng yirik zarrachadan 2÷2,5 marta katta bo'lishi kerak. Sun'iy taglik yengil, zarrachalarni panjaradan o'tib, boyitmaning ular bilan ifloslanishiga yo'l qo'ymaydi.

Amalda bu usul o'lchamlari 0,25 (0,5) mm dan 150 (250) mm gacha kattalikda bo'lgan rudalarni boyitishda ishlatiladi (5-jadval).

Oldindan teng tushishlik koeffitsiyentini inobatga olgan holda tasniflangan materiallar boyitilsa texnologik ko'rsatkichlar yaxshi bo'ladi. Ajratilayotgan zarrachalarni o'lchamlari va zichliklarining farqi qancha katta bo'lsa cho'ktirish jarayoni samaradorligi shuncha yuqori bo'ladi. Shuning uchun yirik va ajratilayotgan zarrachalar zichliklarining farqi katta bo'lgan foydali qazilmalarni boyitishda cho'ktirish usulidan keng foydalaniladi.

Cho'ktirish mashinalari tagligining xossalari quyidagilardan iborat: zichligi, qalinligi, bo'shoqligi, granulometrik va fraksion tarkibi [1].

Taglikning bo'shoqliligi bo'shoqlik koeffitsiyenti bilan tavsiflanib, qatlamning balandligi bo'yicha o'zgarib turadi. Bo'shoqlik koeffitsiyentining ( $\theta$ ) o'rtacha qiymati jarayon siklini ma'lum momenti uchun quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$\theta = \theta_0 + \frac{1 - \theta_0}{1 + \frac{h_0}{S_\gamma - S_n}}$$

bu yerda,  $\theta_0$  – jips holdagi taglikning bo'shoqlik koeffitsiyenti;

$h_0$  – jips holdagi taglik qalinligi;

$S_\gamma$  va  $S_n$  – panjaraga nisbatan ustki va pastki qatlamlarni ko'tarilishi.

## 5-jadval

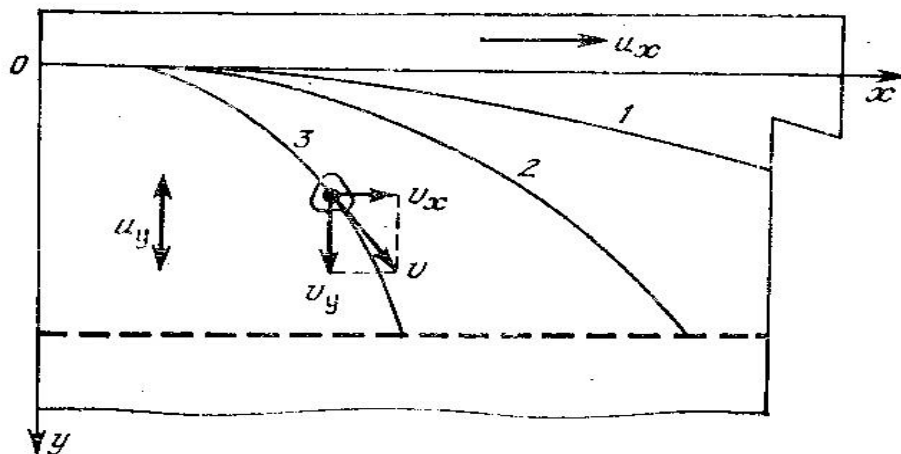
### Cho'ktirish usulini qo'llanilishi

Foydali qazilma, asosiy mineral	Asosiy mineralning zichligi, kg/m <sup>3</sup>	Zarrachalarning yiriklik chegarasi, mk
Qora metallar rudalari:		
qo'ngir temir rudasi	3500	50-3
magnetit	4300	50-0,2
pirolyuzit	4820	50-0,2
xromit	440	10-0,2
magnetito-gematitli	5200	1-0,2
Toshko'mir	1500 gacha	100(250)-10(13)
Anratsit	2000 gacha	100(250)-10(13)
Yonuvchi slanetslar	2200	150-25
Sochma kon rudalari:		
kasseterit, volframit, tantalit va boshqalar	6000-8000	25-0,05
titan-sirkonli	4200-5200	25-0,05
Tug'ma konlar:		
kassetrit, volframitlar	6950-7350	6-0,3

Demak, taglikning bo'shoqliligi, balandligi, zarrachalarning zichligi va yirikligi hamda muhitning tebranishlar chastotasi va amplitudasi bog'liqlik mavjud ekan.

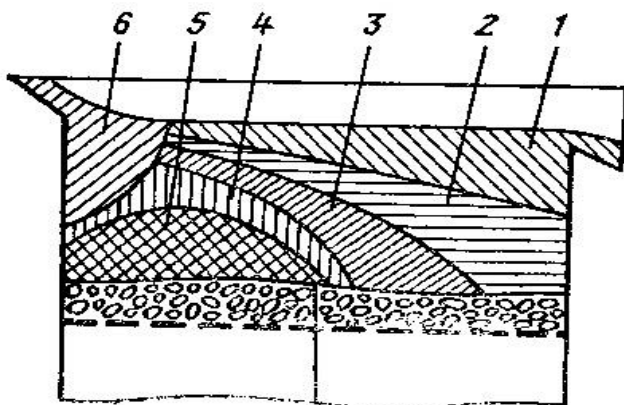
Taglik qalinligi oshgan sayin uning bo'shoqliligi kamayadi. Muhitga pulsatsiyalanuvchi gorizontalar ta'siri natijasida cho'ktirish mashinasi tagligida hamma ajratilayotgan zarrachalar zichliklari va yirikligi bo'yicha qiya qatlam bo'lib joylashadilar. Qiyalik bo'tana berilgan tomondan chiqib ketish tomonga yo'nalgan bo'lib to'lqin (veer)

shaklida bo‘ladi. Zarrachalarni qatlamlanishiga sun‘iy taglik katta tasir qiladi. U o‘zidan og‘ir zarrachalarni pastga o‘tkazib yuboradi, yengil zarrachalarni ushlab qoladi. Shuning uchun taglik parametrlarini o‘zgartirish orqali texnologik jarayonni boshqarish mumkin [1].



**7-rasm.** Cho‘ktirish mashinasi tagligida zarrachalarning harakatlanish sxemasi:

1-yengil; 2-o‘rtacha; 3-og‘ir zarrachalar.



**8-rasm.** Cho‘ktirish mashinasida mahsulotlarning taqsimlanishi:

1-yengil; 2- yengilroq; 3-4 – og‘irroq; 5- og‘ir fraksiyalar;  
6- dastlabki mahsulot

Taglik orqali o‘tayotgan og‘ir zarrachaning o‘tish tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$V = \frac{q}{\delta_K F \theta_{YP}}, \text{ m/s}$$

bu yerda,  $q$  – vaqt birligi ichida taglik orqali o‘tgan zarrachalar miqdori;

$\delta_k$  – taglik orqali o‘tgan zarrachalar zichligi,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$F$  – taglikning yuzasi,  $\text{m}^2$ ;

$\theta_{YP}$  – taglikning o‘rtacha bo‘shoqlik koeffitsiyenti.

Demak, taglik orqali zarrachalarning o‘tish tezligi, zarrachalarning o‘lchami, zichligi, shakliga va taglikning balandligiga bog‘liq ekan. Taglikning zichligi va balandligi oshgan sari zarrachalarning taglikdan o‘tish tezligi sekinlashib boradi.

### **Cho‘ktirish sikli**

Cho‘ktirish sikli deb, bir tebranishlar davrida taglikdagi muhit harakatining qonuniyat bilan o‘zgarishiga aytiladi.

Cho‘ktirish siklini muhit va zarrachalar harakati tezliklarini vaqtga bog‘liqligini grafik usulda tasvirlash qabul qilingan [1].

Oqimning yuqoriga va pastga qarab harakatlanishi davrida har qanday siklda muhitda «ko‘tarilish», «sokinlik» va «tushish» jarayoni yuz beradi. Sikllar bir-biridan ko‘tarilish, sokinlik, tushish jarayonlarining davomiyligi bilan farqlanadilar. Simmetrik va asimmetrik cho‘ktirish sikllari mavjud. Vaqt ichida muhit tezligining sinusoidal ko‘rinishda o‘zgaruvchi garmonik sikl – simmetrik siklga kiradi (9. a - rasm), boshqalari esa asimmetrik sikl guruhi hisoblanadilar (9. b, s, d - rasmlar).

Garmonik siklda muhitning ko‘chish masofasi harakat tezligini o‘zgarishi quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi

$$S = \frac{L\omega}{2}(1 - \cos t)$$

$$U = \frac{L\omega}{2} \sin \omega t$$

bu yerda,  $S$  – muhitning ko‘chish masofasi,  $\text{mm}$ ;

$L$  – tebranishlar amplitudasi;

$n$  – bir minutdagi muhitning tebranishlar soni;

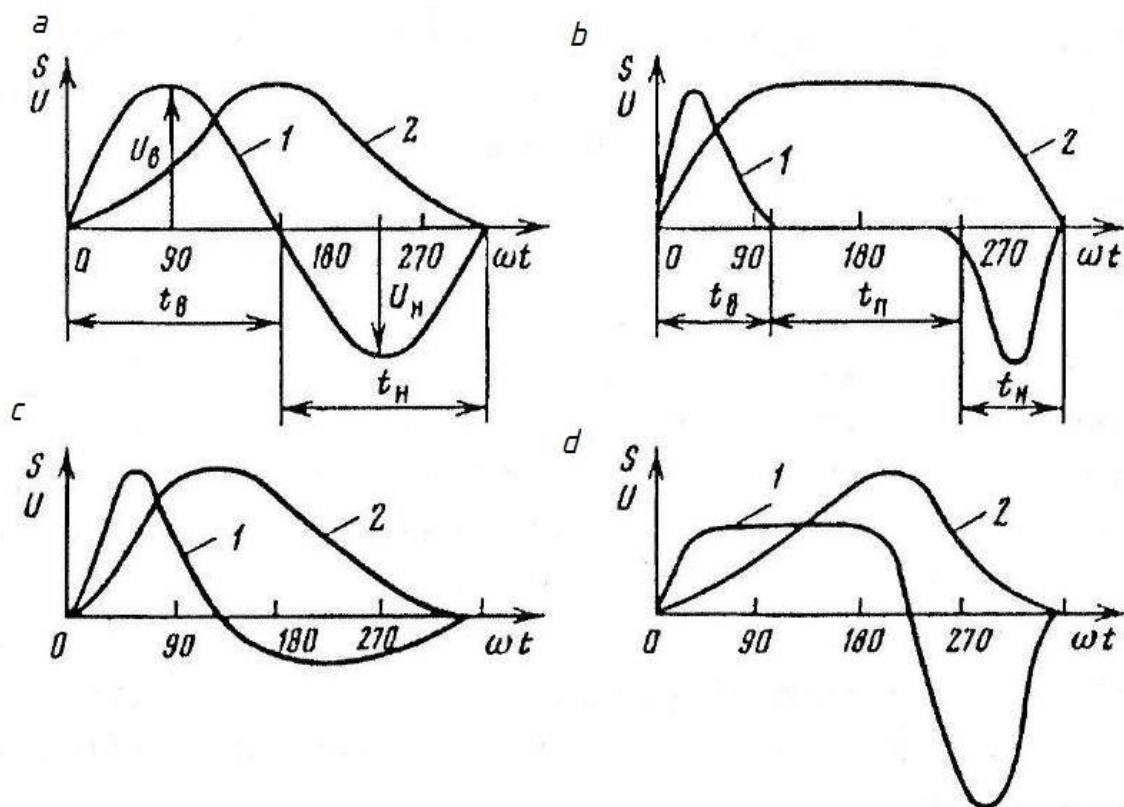
$t$  – vaqt, sikl boshlanishidan hisoblanadi;

$U$  – muhit oqimining tezligi.

Agar, panjara ostidan bir xil tezlik bilan qo‘shimcha suv berilsa  $U_n$  muhit oqimining tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$U = \frac{L\omega}{2} \sin \omega t + U_n$$

Garmonik sikldan tashqari olimlar tomonidan juda ko‘p har xil sikllar taklif qilingan. Eng ko‘p tarqalganlari Mayer, Byerda va Tomos sikllaridir.



**9-rasm.** Cho‘ktirish sikllari sxemasi:

a) garmonik; b) Meyer sikli; c) Byerda sikli; d) Tomas sikli; 1 – muhitni bosib o‘tgan yo‘li (s); 2- tezligi (u)  $t_b$ - ko‘tarilish;  $t_n$ -sokinlik;  $t_n$ - tushishi uchun ketgan vaqt

Mayer siklida (9, b-rasm) oqimning yuqoriga va pastga qarab harakatlanish davrlari qisqa, sokinlik davri esa uzoq davom etadi.

Byerda siklida (9, c-rasm) oqimning yuqoriga harakatlanish tezligi katta, davri qisqa, pastga qarab harakatlanish tezligi kichik, davri ko‘proq, «sokinlik» yo‘q.

Tomas siklida (9. d-rasm) oqimni pastga qarab harakatlanishiga nisbatan yuqoriga qarab harakatlanish tezligi kichik, davri uzoq. Oqim yuqoriga qarab ancha vaqt bir xil tezlik bilan harakat qiladi.

Porshensiz cho‘ktirish mashinalarini sikli «havo berish», «sokinlik» va «havoni chiqarish» davrlari nisbatlari bilan tavsiflanadi. Masalan: 30-10-60 bo‘lsa, bir siklning umumiy vaqtdan 30 % kameraga havo berish, 10% «sokinlik», 60% vaqt havo chiqarish uchun sarflanadi. Zarrachalarni

saralanishiga sikl katta tasir qiladi. Boyitilayotgan rudaning fizik va mexanik xossalariga qarab sikl tanlanadi.

Kvars – oltin rudalarida ajratilayotgan zarrachalarning zichliklari farqi katta. Sikl-oqimni yuqoriga qarab harakatlanishi va qisqa muddatli «sokinlik».

Kvars-pirollyuzitli rudalarda zichliklar farqi kichik, sikl-oqimni pastga qarab harakatlanishi, qisqa muddatli «sokinlik».

Ko‘mirni boyitish amaliyotida 40-60 va 40-10-50 sikli keng tarqalgan.

Panjara ostidan suv berish ma’lum ahamiyatga ega. Boyitma tozaroq olinadi. Siklda oqimni pastga qarab harakatlanish tezligi sekinlashadi [1].

Shuni aytish kerakki, mexanik usul bilan ishlaydigan (masalan, porshenli, diafragmalı) cho‘ktirish mashinalarida sikl aniq o‘tkaziladi, siklni moslash oson bo‘ladi. Havo yordamida pulsatsiyalanadigan mashinalarda siklni moslash qiyinroq, chunki havoda siqiluvchanlik xossasi bor.

### **Cho‘ktirish muhit tebranishlari chastotasi va amplitudasi**

Minerallarni samarali ajralishini ta’minlash uchun muhit tebranishlar chastotasi va amplitudasi boyitilayotgan rudaning xossalariga (zichligi, yirikligi) qarab tanlanadi (6 - jadval).

#### **6- jadval**

#### **$\beta$ ning qiymatini porshen harakat amplitudasi va panjara teshiklari o‘lchamiga bog‘liqligi**

Porshen harakati amplitudasi, mm	Panjara teshiklari o‘lchami, mm					
	1	2	3	4	10	16
5	0,50	0,56	0,60	0,75	0,84	0,94
10	0,52	0,57	0,66	0,78	0,89	0,95
15	0,55	0,59	0,68	0,80	0,94	0,96
20	0,60	0,65	0,70	0,85	0,97	0,98
30	0,73	0,79	0,84	0,89	0,98	0,99
50	0,88	0,92	0,95	0,97	0,99	0,99
100	0,90	0,93	0,96	0,97	0,99	0,99

Tebranishlar chastotasining nazariy chegara qiymatini berilgan amplitudaga qarab aniqlash mumkin. Pastki chegara taglik hosil qilgan zarrachalarni muallaq holga keltirish sharti bilan aniqlanadi. Taglikni

ko‘tarish uchun suyuqlik oqimining tezligi o‘rtacha yiriklikdagi zarrachalarning siqilib tushish tezligidan katta bo‘lishi kerak, yani  $u > v_{ck}$ :

$$\frac{\pi L n}{60} \sin \omega t + U_n > v_{ck}$$

bu yerda,  $L$  – tebranishlar amplitudasi;

$n$  – tebranishlar soni (chastotasi):

$$\omega = \frac{2\pi m}{60};$$

$U_n$  – panjara osti suvi tezligi;

$v_{sk}$  – zarrachani siqilib tushish tezligi, sm/s.

Agar  $\sin \omega t = 1$ , bo‘lsa, bu tezlikni eng yuqori qiymatiga to‘g‘ri keladi.  $u = v_{sk}; U_n = 0$

$$\frac{\pi L n}{60} = v_{\tilde{n}\tilde{e}} \quad \text{yoki} \quad n = \frac{60 v_{cc}}{\pi L}$$

$L$  ning qiymatini mm va  $v_{sk}$  – sm/s larda hisoblasak,

$$n = \frac{191 v_{\tilde{n}\tilde{e}}}{L},$$

tebranishlar/daq bo‘ladi.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, zarrachalarni muallaq holga keltirish uchun  $\omega t < 90^\circ$  bo‘lganda amalga oshar ekan.

Agar  $\omega t < 45^\circ$ ,  $\sin \omega t = 0,707$  bo‘lsa

$$n = \frac{60 v_{ck}}{\pi L 0,707} = \frac{270 v_{ct}}{L}$$

bo‘ladi.

Muhit chastotasining yuqori chegarasining qiymati zarrachani erkin tushish tezlanishi bilan chegaralanuvchi suyuqlikning maksimal tezlanishi bilan aniqlanadi. Suyuqlik tezlanishining katta qiymatlarida taglik sirkulyatsion harakatga keladi, jarayon buziladi.

$$n_{\max} = \frac{42.3}{\sqrt{L}}; \text{ m}$$

$$n_{\max} = \frac{1340}{\sqrt{L}}; \text{ mm}$$

Tebranishlar amplitudasi

$$L = 8,1 d_{\max}^{0,6}; \text{ m}$$

bu yerda,  $d_{\max}$  – boyitilayotgan ruda zarrachalarining eng kattasi; mm.

Porshenli cho‘ktirish mashinalarida suvning harakat tezligi porshen harakat tezligidan farq qiladi. Sababi, porshen bilan devor orasidagi

(zazor) oraliq orqali bir qism suv tashqariga chiqib turadi. Bu farq koeffitsiyenti  $\beta$  orqali hisobga olinadi.  $\beta$  ning qiymati 7 – jadvalda keltirilgan.

**7-jadval**

**Cho‘ktirish mashinalari amplitudasi va chastotasi**

Foydali qazilmaning turi	d, mm	Amplituda, mm	1 daqiqadagi tebranishlar soni	Mashina turi
Temir rudasi	-50+8	20	55	Porshensiz
	-12	16	180	Harakatlanuvchi konusli
	-6	10-14	250-300	Harakatlanuvchi konusli
	-1	4-6	260	Harakatlanuvchi konusli
Marganets rudasi	-60+3	200 gacha	67	Porshensiz
	-40+10	38	150	Harakatlanuvchi panjarali
	-25-12	40-50	100-105	Harakatlanuvchi panjarali
	-20+8	40-50	120-128	Porshenli
	-8+3	18-40	140-200	Porshenli
	-3	10-15	225-250	Porshenli
	-1	4-5	350	Harakatlanuvchi konusli
Sochma oltin rudasi	-1	15-30	125-180	Diafragmali

Bundan tashqari, porshen yuzasi bilan panjara yuzalarini nisbatlari koeffitsiyent  $K$  orqali hisobga olinadi. U holda, muhit chastotasining tezligi quyidagicha bo‘ladi:

$$n = \frac{270v_{ck}}{L\beta k}; \text{ yoki } n_{\max} = \frac{1340}{\sqrt{L\beta k}}$$

**Texnologiyani parametrlari**

Cho‘ktirish jarayoniga quyidagi omillar tasir qiladi:

1. Boyitilayotgan ruda xossasi (yirikligi, granulometrik, fraksion tarkibi, shakli, qattiqliligi) unumdorligi.
2. Hidrodinamik (suvning sarfi, Q:S; suv bosimi, zichligi, qovushqoqligi va boshqalar).
3. Aerogidrodinamik (cho‘ktirish sikli, chastota, amplituda).
4. Konstruktiv – panjara yuzasi, pulsatsiya hosil qilishi usuli, qattiq moddalarning mashinadan chiqarish usuli.



Rudaning fraksion tarkibi boyitishga katta tasir qiladi. Boyitilishi qiyin rudalarda mahsulotlar toza chiqmaydi.

1. Mexanik mustahkamligi kichik bo'lsa shlam hosil bo'lishi mumkin.

2. Ruda zarrachasini yalpoq bo'lishi taglik xossalarini yomonlashtiradi.

3. Yukni kattalashishi cho'ktirish mashinasida materiallar harakat tezligini oshirishga, mashinada bo'lish vaqtini kamaytirishga, ajralish aniqligini kamayishiga olib keladi. Yukni ozayishi esa og'ir mahsulotni yengil zarrachalar bilan ifloslanishiga olib keladi.

4. Tebranishlar chastotasi (pulsatsiya) kam bo'lsa oqimni yuqoriga harakatlanish tezligi oshishi mumkin, tebranishlar amplitudasi katta bo'ladi, taglik ko'tarilishi maksimal darajaga yetadi. Taglikni bo'shoqligi oshadi, ammo tartib (rejim) turg'un bo'lmaydi. Tebranishlar chastotasi katta bo'lsa rejimni turg'unligi yuqori bo'ladi, ammo taglikning bo'shoqlik darajasi kamayadi.

5. Havo bosimini oshishi mutanosib ravishda oqimni yuqoriga va pastga harakatlanish tezliklarini, tebranishlar amplitudasini, taglikning ko'tarilishini oshiradi.

6. Panjara ostiga suv berish yo'li bilan cho'ktirish mashinalarining ish faoliyatini yaxshilashga (moslashga) osonroq erishiladi.

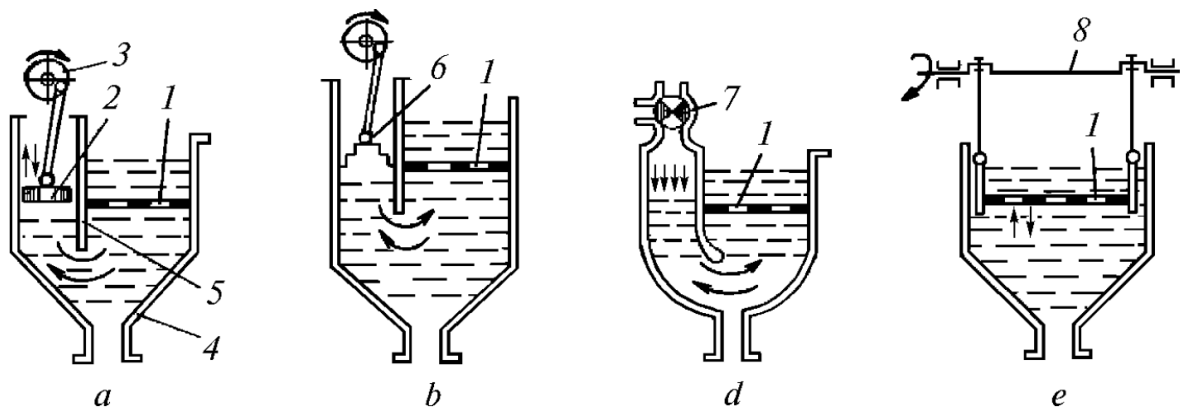
#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Gravitatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Hidrostatik va gidrodinamik jarayonlar deb nimaga aytiladi?
3. Cho'ktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
4. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
5. Cho'ktirish mashinalarining qaysi turlarini bilasiz?
6. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari nimadan iborat?

## **2.2. Cho'ktirish mashinalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari**

Foydali qazilmalarni boyitish amaliyotida asosan uch turdagi cho'ktirish mashinalari ishlatiladi: porshenli, diafragmali va porshensiz (10-rasm, a, b, d).

Qo'zg'aluvchi panjarali cho'ktirish mashinalari juda kam hollarda ishlatiladi (10-rasm, e).



**10–rasm.** Cho‘ktirish mashinalari.

a- porshenli, b- diafragmali, d -porshensiz, e- qo‘zg‘aluvchi panjarali  
 1 – panjara; 2 – porshen; 3 – eksentrik val; 4 – kamera; 5 – to‘siq; 6 – rezinali diafragma; 7 – pulsator; 8 – eksentrik uzatma

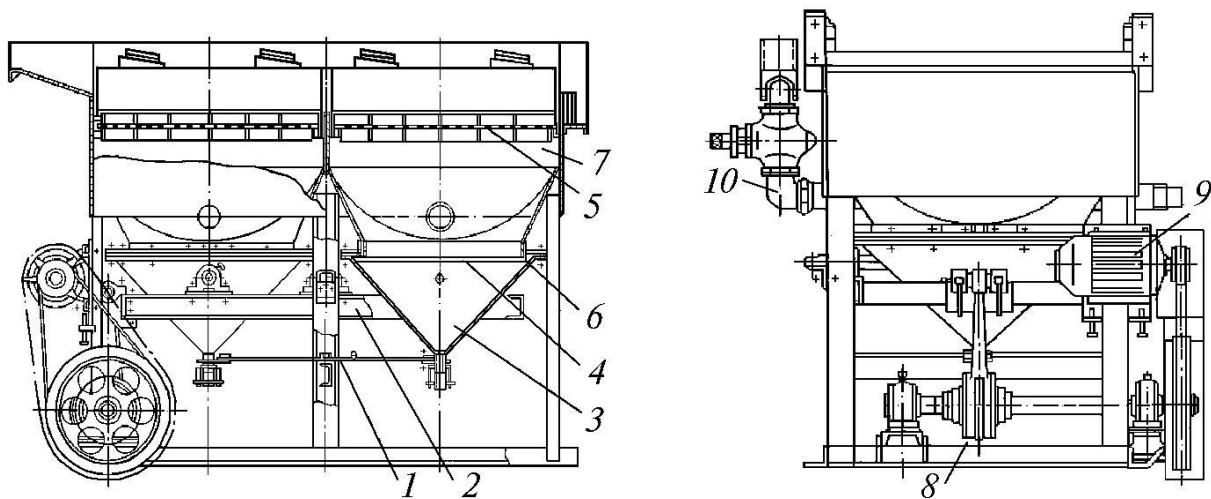
Porshenli cho‘ktirish mashinalari ikki, uch va to‘rt kameradan iborat bo‘ladi. Kameraning ostki qismi piramida yoki cho‘zinchoq shaklga ega. Kameradagi panjara kichik farqli pog‘onasimon qilib o‘rnatiladi. Har qaysi kameraning panjarasi oldingisidan taxminan 100 mm ga pastroq o‘rnatiladi. Suvning tebranishlari porshen yordamida hosil qilinadi. Har qaysi kamera ostiga suv beriladi. Yirik og‘ir zarrachalar qopqoq yordamida boshqariladigan tuzoq orqali, maydalari esa o‘rindiqlik yoki panjara orqali bo‘shatiladi. Yengil zarrachalar oxirgi kameradan quyiluvchi ostona orqali o‘z oqimi bilan chiqariladi.

Porshenli cho‘ktirish mashinalarining ishlab chiqarish unumdorligi boyitilayotgan mahsulotning yirikligi va panjaraning o‘lchamiga qarab 0,5 dan 8 t/soat gachani tashkil qiladi.

Diafragmali cho‘ktirish mashinasi (10-rasm, b) rudalarni boyitish amaliyotida keng ishlatiladi. Uning ishlash prinsipi xuddi porshenli mashinaning ishlash prinsipiga o‘xshaydi. Ulardagi farq shundan iboratki, yuqoriga va pastga harakatlanuvchi suv oqimi porshen yordamida emas, balki rezina diafragma yordamida hosil qilinadi.

Diafragmali cho‘ktirish mashinalarida diafragma vertikal va gorizontal joylashishi mumkin. Diafragma yuqorida maxsus diafragma bo‘limida, panjaraning ostida yoki kameraning yon devorida joylashishi mumkin.

Diafragmasi pastda joylashgan diafragmali cho‘ktirish mashinasining tuzilishini ko‘rib chiqamiz (11-rasm).



**11–rasm.** Diafragmali cho‘ktirish mashinasi MOD–2

1-ressor; 2-tutgich; 3-qo‘zg‘aluvchi konusli voronka; 4-silindrik gardish; 5-panjara; 6-rezinali manjet; 7-korpus; 8-shatun ekstsentrikli mexanizm; 9-elektir dvigateli; 10-kollektor.

MOD–2 cho‘ktirish mashinasi korpus 7 da joylashgan ikkita kameradan tashkil topgan. Har qaysi kameraning pastki qismi manjet 6 va silindr shaklidagi gardish 4 orqali qo‘zg‘aluvchi konusli voronka 3 bilan birikkan. Bu voronkalar sharnir orqali bir–biri bilan mahkamlangan prujinalanuvchi reszor 1 bilan bog‘langan. Ishchi kameralarda panjara 5 o‘rnatilgan. Kameralarga suv kollektor 10 orqali beriladi.

Kameralarga tushayotgan mineral zarrachalar aralashmasi suv oqimining tebranishlari ta‘sirida turli zichlikdagi zarrachalarni saqlovchi qatlamlarga bo‘linadi. Nisbatan og‘ir minerallarning zarrachalari konusli voronkalarda yig‘ilib, davriy holda bo‘shatish tuynugi orqali bo‘shatib olinadi.

Yengil zarrachalar quyilish ostonasi orqali chiqib ketadi. Panjaraga magnetit, ferrosilitsiy kabi og‘ir minerallardan o‘rindiqlik to‘shaladi. O‘rindiqlik qalinligi boyitilayotgan mahsulotning yirikligiga bog‘liq.

Mashinaga beriladigan ruda zarrachalarining o‘lchami 15 mm dan ortmasligi kerak. Mashinaning ishlab chiqarish unumdorligi 25 t/soat, konusli voronkalarining tebranish chastotasi  $350 \text{ min}^{-1}$ , amplitudasi esa 40 mm dan oshmasligi kerak.

MOD-2; MOD-3; MO-6 turdagi diafragmasi pastda joylashgan, konussimon taglikka ega cho‘ktirish mashinalari rudalarni boyitishda keng ishlatiladi. MOD-2; MOD-3 mashinalari o‘lchami 15 mm gacha, MO-6

esa o'lchami 0,1–2 mm li rudalarni boyitish uchun ishlatiladi. Bu mashinalarning texnik xarakteristikasi 1.8–jadvalda keltirilgan.

**8–jadval**

**Cho'ktirish mashinalarining texnik xarakteristikasi**

Ko'rsatkichlar	MOD–2	MOD–3	MO–6
Kameralar soni	2	3	6
Kameralar o'lchami, mm	1000x1000	1000x1000	1250x1250
Panjaraning foydali maydoni, m <sup>2</sup>	1,8	2,7	8,65
Tagining yurishi, mm	2–18	2–18	3–16
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	25 gacha	30 gacha	30–40
Elektrodvigatel quvvati, kVt	1,7	1,7	2,8
Gabarit o'lchamlari, mm			
uzunligi	2500	3700	4850
kengligi	1645	1645	3260
balandligi	360	2115	2570

**Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ishlash tartibi**

Cho'ktirish samaradorligi cho'ktirish mashinalarining konstruksion xususiyatlari va bir qator texnologik va gidrodinamik parametrlarga bog'liq.

Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari: solishtirma ishlab chiqarish quvvati; porshen yoki diafragmaning tebranish chastotasi yoki yurishi; o'rindiqning turi, panjara osti suvining sarfi.

Cho'ktirish mashinalarining solishtirma ishlab chiqarish quvvati turli turdagi foydali qazilmalarni boyitishda keng chegarada o'zgarib turadi. Masalan: ko'mirni boyitishda 5 dan 30 t/m<sup>2</sup> soat gacha bo'lsa (mahsulot o'lchamiga qarab), temirli va marganesli rudalarni boyitish 5 dan 15 t/m<sup>2</sup> soat gacha, oltin va volframli rudalarni boyitish 5 dan 20 t/m<sup>2</sup> soat ni tashkil qiladi. Mahsulotning yirikligidan tashqari cho'ktirish mashinasining optimal solishtirma ishlab chiqarish quvvatini tanlashga boyitilayotgan mahsulotning zichligi va fraksion tarkibi, cho'ktirish mashinasining konstruksion xususiyati va shuningdek cho'ktirish mahsulotlari sifatiga qo'yiladigan talablar ta'sir qiladi.

Solishtirma quvvati optimaldan chiqib ketsa, cho'ktirish samaradorligi pasayadi. Solishtirma ishlab chiqarish quvvati juda katta bo'lsa, boyitilayotgan mahsulotning mashinada bo'lish vaqti kamayib, mahsulot yetarli darajada qatlamlanishga ulgurmaydi va uning sifati yomonlashadi.

Xuddi shuningdek, solishtirma ishlab chiqarish quvvati kamayib ketsa, qatlamlangan mahsulot aralashib ketadi va bunda ham mahsulotning sifati yomonlashadi.

Cho'ktirish mashinalarining quvvati panjaraning 1m kengligi yoki 1m<sup>2</sup> yuzasiga to'g'ri keladigan solishtirma ishlab chiqarish normasiga asosan aniqlanadi.

Cho'ktirish mashinalarining ishlab chiqarish quvvatini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$Q = 3,6HBv\delta\theta \text{ t/soat.}$$

bu yerda, H–mashina kameradagi mahsulot qatlamining balandligi, m.

B–cho'ktirish kameraning kengligi, m.

v–mahsulotni kamerada o'rtacha bo'ylama harakatlanish tezligi, m/sek.

$\delta$ -mahsulotning zichligi, kg/m<sup>3</sup>.

$\theta$ -mahsulotning g'ovaklanish darajasi,  $\theta=0,5$ .

Cho'ktirish vaqtida suv oqimining tebranishlari amplitudasi va chastotasi mahsulotni zichligiga qarab qavatlanishi uchun g'ovaklanishi va muallaq, holga o'tishini muvaffaqiyatli ta'minlay olishi kerak.

Diafragma yoki porshening yurishi (ruda zarrachalari tebrana boshlashi uchun) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$60/(2n)=h/v_{cn}$$

$$h = 30 v_{ct}/n$$

bu yerda, n - diafragma yoki porshening tebranishlar chastotasi; min<sup>-1</sup>

$v_{ct}$  - zarrachaning siqilib tushish oxirgi tezligi, m/s.

Cho'ktirish uchun yaxshi shart-sharoit suv oqimining uncha katta bo'lmagan chastotasi va kattaroq, amplitudasida yaratiladi, chunki bu holda mahsulot muallaq holda uzoqroq turadi va uning tezroq qatlamlanishi sodir bo'ladi.

Tebranishlar chastotasi kamayib ketsa cho'ktirish beqaror bo'lib qoladi va uning borishini yaxshilab kuzatish kerak bo'ladi.

Minimal tebranishlar chastotasi quyidagi tenglamadan topiladi;

$$n > 27,3 \nu_{CT} / h$$

Amalda ruda zarrachalarini cho'ktirish usulida boyitishda tebranishlar chastotasi zarracha yirikligiga qarab 50 dan 300 min<sup>-1</sup> gacha bo'ladi.

Cho'ktirish mashinasidagi panjara tagligining turi ham cho'ktirish jarayoniga ta'sir qiluvchi muhim omil hisoblanadi. Agar taglikning balandligi yetarli bo'lmasa, bu uning ba'zi joylarida yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimining uzilib, qatlamlangan mahsulotning aralashib ketishiga olib keladi va aksincha, taglik juda qalin bo'lsa mahsulot yetarli darajada g'ovaklanmaydi va cho'ktirish buziladi.

Mayda mahsulotni boyitishda sun'iy taglik ishlatiladi. Sun'iy taglik zarrachalarining o'lchami panjara teshiklari o'lchamidan 3÷4 marta katta bo'lishi kerak.

Magnetit, ferrosilitsiy, sulfidlar va po'lat, cho'yan zoldirlar klassifikatsiyalanmagan yoki mayda rudani cho'ktirishda ishlatiladi. Chunki mayda teshikli to'rlar tez ishdan chiqadi va teshiklari yopilib qoladi. Sun'iy taglik yirik teshikli to'r ishlatishga imkon beradi.

Yirik mahsulotni cho'ktirishda tabiiy taglik balandligi

$$h=(5-10)d_{\max}$$

tenglama bilan aniqlanadi,

bu yerda,  $d_{\max}$  - cho'ktirishga tushayotgan mahsulot tarkibidagi eng katta bo'lakning o'lchami.

Sun'iy tagliklarning qalinligi esa panjara osti mahsulotining chiqishiga qarab qabul qilinadi. Sun'iy taglikning balandligi qancha katta bo'lsa, uning o'tkazish qobiliyati shuncha kam bo'ladi va aksincha, qancha kam bo'lsa, shuncha ko'p mahsulot o'tkazadi. Shuning uchun boy rudalarni cho'ktirishda sun'iy taglik qalinligi kambag'al rudalarni cho'ktirishdagidan kam bo'lishi kerak. Sun'iy taglik ustidagi mahsulotning balandligi boyitilayotgan ruda tarkibidagi eng katta zarra o'lchamidan 20 marta ortiq bo'lishi kerak.

Cho'ktirish jarayonida suv sarfiga alohida ahamiyat berish kerak. Suv cho'ktirish mashinasiga ruda bilan va qo'shimcha tarzda panjara ostiga beriladi. Panjara osti suvi cho'ktirish mashinasini boshqarishda muhim omil hisoblanadi [1]. Panjara ostiga suv yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi tezligini oshirish va pastga harakatlanadigan suv oqimi tezligini pasaytirish uchun beriladi. Bu bilan yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi

yordamida taglikni optimal g'ovaklantirishga va pastga harakatlantiruvchi suv oqimi yordamida uni samarali qatlamlanishiga sharoit yaratib beriladi. Pastga harakatlanuvchi suv oqimi tezligining kamayishi yengil zarrachalarning taglikning yuqori qavatidan pastga surilishini ham kamaytiradi.

Panjara osti suvining sarfi dastlabki mahsulotning xossasiga bog'liq bo'lib, o'rtacha har tonna ruda uchun  $2,5 \text{ m}^3$  ni tashkil etadi.

Cho'ktirish mashinasining meyorda ishlashini ta'minlovchi muhim shartlardan yana biri boyitilayotgan mahsulotni mashinaga sekin va bir tekis berish hisoblanadi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Hidrostatik va gidrodinamik jarayonlar deb nimaga aytiladi?
2. Cho'ktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
3. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
4. Cho'ktirish mashinalarining qaysi turlarini bilasiz?

### **2.3. Og'ir suyuqliklarda boyitish. Og'ir suyuqliklarda boyitish uchun qo'llaniladigan separatorlar**

#### ***Mineral zarralarni og'ir muhitda ajratishning mohiyati***

Og'ir muhitlarda boyitish mineral zarrachalarning zichligiga qarab ajralishiga asoslangan. Agar boyitilayotgan mahsulotni zichligi ajraladigan minerallar zichligining orasidagi muhitga (suyuqlikka) solinsa, zichligi muhitning zichligidan kichik minerallar suyuqlik yuzasiga qalqib chiqadi, zichligi muhitning zichligidan katta minerallar pastga cho'kadi.

***Og'ir muhit sifatida ishlatiladigan moddalar.*** Og'ir muhit sifatida organik suyuqliklar, tuzlarning eritmalari va suspenziyalar ishlatiladi.

Organik og'ir suyuqliklar (trixloretan, zichligi  $1460 \text{ kg/m}^3$ , dibrometan, zichligi  $2810 \text{ kg/m}^3$ , va tuzlarning eritmalari zaharliligi, narxining balandligi, boyitish mahsulotlari bilan ko'p miqdorda yo'qolishi va regeneratsiyasiga sarf xarajatning yuqoriligi tufayli sanoat miqyosida deyarli qo'llanilmaydi. Ular asosan laboratoriya tajribalari uchun ishlatiladi. Amalda og'ir suspenziyalarda boyitish keng qo'llaniladi.

***Suspenziyalar haqida ma'lumot. Suspenziyaning strukturasi.*** Suspenziya yuqori zichlikdagi mayin zarrachalarning suv bilan mexanik aralashmasidir. Suvdagi muallaq zarrachalar og'irlashtirgich yoki suspensoid deyiladi [1].

Og'irlashtirgich sifatida pirit, pirrotin, barit, magnetit, galenit kabi minerallar yoki temirning kremniy bilan qotishmasi ferrosilitsiy ishlatiladi. Ularning orasidagi ko'proq ishlatiladigani ferrosilitsiy, magnetit va galenitdir. Suspensoid 0,15 mm yiriklikda yanchiladi.

5200 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega magnetitdan 2600 kg/m<sup>3</sup> gacha zichlikka ega bo'lgan suspenziya tayyorlash mumkin. Agar suspenziya tayyorlash uchun yanchilgan ferrosilitsiy (zichligi 6900 kg/m<sup>3</sup>) ishlatiladigan bo'lsa, suspenziyaning zichligi 3200 kg/m<sup>3</sup> ga yetishi mumkin; agar granulalangan ferrosilitsiy ishlatilsa, suspenziyaning zichligi 3800 kg/m<sup>3</sup> gacha yetadi.

Suspenziyaning eng asosiy xossalari uning zichligi, qovushqoqligi va barqarorligidir.

Suspenziyaning zichligi (kg/m<sup>3</sup>) unda mineral zarracha aralashmalarining ajralish imkoniyatlarini belgilaydi va quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\Delta_s = \Delta + (\delta - \Delta) s / \delta$$

bu yerda,  $\Delta$  - suyuq fazaning zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$\delta$  - og'irlashtirgichning zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$s$  - 1 m<sup>3</sup> suspenziyadagi og'irlashtirgichning miqdori, kg.

Suv uchun:

$$\Delta_s = 1000 + (\delta - 1000) s / \delta$$

Bundan

$$s = \delta (\Delta_s - 1000) / (\delta - 1000)$$

Rudani og'ir suyuqliklarda samarali boyitish uchun suspenziyaning qovushqoqligi kichik bo'lishi kerak. Shuning uchun suspenziyada katta miqdorda shlamlarning yig'ilishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Buning uchun dumaloq shakldagi zarrachali og'irlashtirgichning og'irlik ulushi 80 % ni tashkil qilishi mumkin bo'lgan holda, hajmiy yulushi 25 % dan oshmasligi kerak.

Suspenziyaning barqarorligi og'irlashtirgich konsentratsiyasining turli balandlikdagi qatlamlarda doimiylik darajasi bilan xarakterlanadi.

Mayin zarrachali suspenziyalar yuqori qovushqoqlikka ega bo'lsa ham barqarordir.

Boyitish amaliyotida suspenziyani barqarorlashtirish uchun turli usullar qo'llaniladi: yuqoriga ko'tariluvchi suyuqlik oqimini hosil qilish, mexanik aralashtirish, gorizontalar aralashtirish tezligini oshirish, suspenziyaga loy (bentonit) qo'shish va h.k.

Suspenziyada mayin shlam va loyning miqdori qancha ko'p bo'lsa, suspenziya shuncha barqaror bo'ladi. Shu bilan bir vaqtda uning



qovushqoqligi ham ortadi, bu esa mayda zarrachali mahsulotning ajralishini keskin yomonlashtiradi.

Og‘ir suspenziyalarda  $3\div 300$  mm yiriklikdagi rudani boyitish mumkin. Agar boyituvchi uskuna sifatida gidrosiklon ishlatilsa, rudaning yirikligini 0,5 mm gacha pasaytirish mumkin [1].

Rudani og‘ir suspenziyada boyitishning eng tipik sxemasi quyidagi sxema hisoblanadi. Maydalangan ruda mayin tuyulgan zarracha va shlamlarni ajratib olish uchun elakka tushadi. Og‘ir suspenziyada boyitish uchun elak usti mahsuloti tushadi va suspenziyada bu mahsulot yengil va og‘ir fraksiyalarga ajraladi. Keyin ikkala fraksiya ham ruda bo‘laklaridan og‘irlashtirgichni yuvib tushirish uchun elaklarga beriladi. Yuvib tushirilgan og‘irlashtirgichning xossalari qayta tiklanib (regeneratsiya), yana suspenziya tayyorlashga jo‘natiladi.

Og‘irlashtirgichning xossalariga qarab, qayta tiklashning turli usullari qo‘llaniladi. Masalan, ferrosilitsiy yoki magnetitni qaytib tiklash uchun magnit separatsiyasi, galenitni qayta tiklash uchun esa flotatsiya usuli muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda.

### **Og‘ir suyuqliklarda boyitish uchun qo‘llaniladigan separatorlar**

Og‘ir suyuqliklarda boyitish uchun suspenzion separatorlarning quyidagi turlari qo‘llaniladi: elevatorli bo‘shatiluvchi ichki spiralli barabanli separator; og‘ir fraksiyani tashqi aerolift orqali bo‘shatuvchi ichki aralashtirgichli konusli separator.

**Barabanli separator.** Ichki spiralli barabanli suspenzion separatorlar o‘lchami  $4\div 150$  mm bo‘lgan rangli va qora metalli rudalarni va nometall foydali qazilmalarni boyitish uchun ishlatiladi [1].

Ular uch xil o‘lchamda tayyorlanadi: SBS - 1,8; SBS - 2,5; SBS - 3.

Bu separatorlarning texnik xarakteristikalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

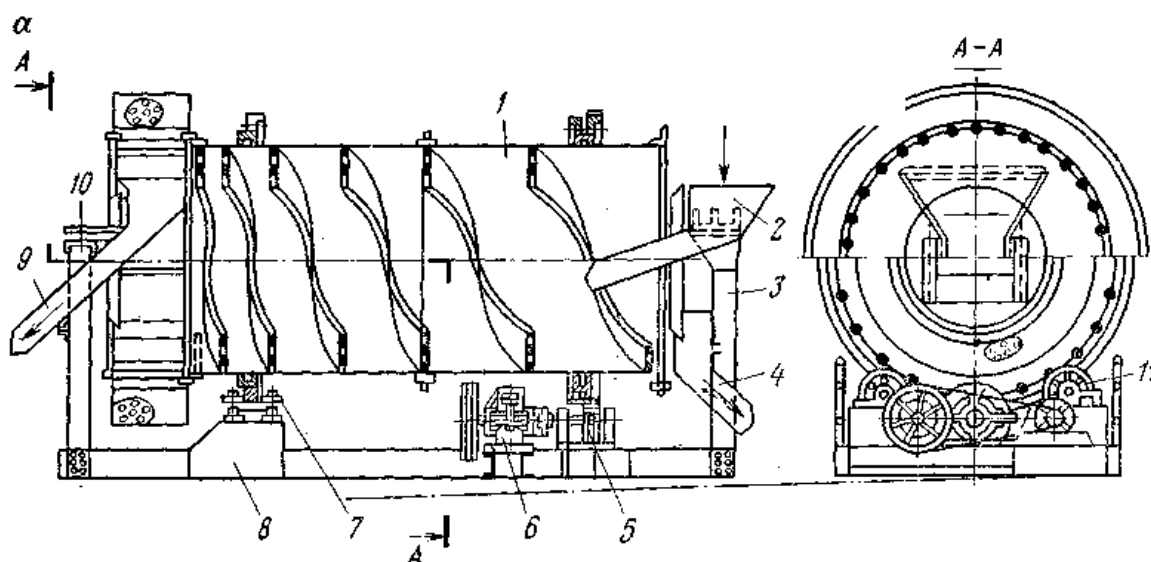
Separator aylanadigan barabandan iborat bo‘lib, ichiga ikki o‘ramli (zaxodli) spiral payvand qilingan. Baraban yengil fraksiyalarni bo‘shatish tomoniga qarab uncha katta bo‘lmagan qiyalikda bandajlar orqali tayanch roliklariga o‘rnatilgan. Barabanning bo‘ylama siljishiga tirgakli rolik qarshilik qiladi.

Barabanga mahsulot beriladigan tarafdin ustunlarga mahsulotni yuklovchi tarnovcha va yengil fraksiyani bo‘shatuvchi tarnovcha o‘rnatilgan. Shu tomondan baraban og‘ir fraksiyalarni bo‘shatish uchun teshik parrakli g‘ildirak bilan ta‘minlangan.

## Barabanli spiralli separatorlarning texnik xarakteristikasi.

Ko'rsatkichlar	SBS-1,8;	SBS-2,5;	SBS-3
Barabanning o'lchamlari, mm:			
diametri	1800	2500	2500
uzunligi	3600	5000	5000
Barabanning aylanish chastotasi, $\text{min}^{-1}$	3; 4; 6	3; 4; 6	3; 4; 6
Dastlabki mahsulotning yirikligi, mm.	4÷150	4÷150	4÷150
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	18÷90	18÷90	18÷90
Elektrodvigatel quvvati, kVt	7	10	14
Separator og'irligi, t.	14,66	14,66	14,66

Baraban elektrodvigateldan tasmali uzatma, reduktor, kichik tishli g'ildirak va barabanga mahkamlangan katta tishli g'ildirak orqali harakatga keltiriladi. Separator ramaga yig'iladi.



12 –rasm. Barabanli separator

1–aylanuvchi baraban; 2–yuklovchi tarnovcha; 3–ustun; 4–bo'shatuvchi tarnovcha; 5–kichik tishli g'ildirak; 6–reduktor; 7–roliklar; 8–quti; 9–og'ir fraksiya uchun bo'shatuvchi tarnovcha; 10–ustun; 11–tayanch roliklari.

Dastlabki mahsulot va sespenziya yuklovchi tarnovcha orqali bir vaqtda barabanga beriladi. Barabanda mahsulot yengil (qalqib chiquvchi) va og'ir (cho'kuvchi) fraksiyalarga ajraladi.

Yengil fraksiya suspenziya bilan birga yonbosh devordagi tarnovcha orqali, og'ir fraksiya esa spiral vositasida harakatlantirilib, parrakli elevator yordamida tarnovchadan tushirib olinadi.

Elevatorli bo'shatiluvchi barabanli separator (SBS) shuningdek qora va rangli metallar rudalarini boyitishda ishlatiladi va uch xil o'lchamda tayyorlanadi: SBE - 1,8; SBS - 2,5; va SBS - 3.

Minerallarni og'ir muhitda saralash ularning zichliklariga qarab ajralishiga asoslangan. Bunda muhit zichligidan zichligi kichik bo'lgan zarralar (minerallar) muhitning ustida, zichligi katta bo'lgan zarrachalar esa muhit tubida (cho'kib) to'planadilar. Natijada muhit ustida suzib yuruvchi «yengil» va muhit tubiga cho'kkan «og'ir» mahsulot olinadi.

Foydali qazilmalarni og'ir muhitda samarali boyitish uchun suspenziyaning qovushqoqligi kichik bo'lishi kerak. Buning uchun suspenziyada shlamlarning miqdorini ko'paytirmaslik, og'irlashtirgichning hajmiy ulushini 25 foizdan oshmasligi kerak. Suspenziyani barqarorligi boyitish dastgohi balandligi bo'yicha og'irlashtirgich kontsentratsiyasining doimiylik darajasi bilan belgilanadi.

Og'irlashtirgich suvda erimasligi, reaksiyaga kirishmasligi, oksidlanmasligi kerak. Shuning uchun ko'pincha muhit ishqoriy bo'lgani maqul. Ayniqsa suspenziya ferrosplitsiydan tayyorlanganda ferrosplitsiyda kremniy miqdori 15% bo'lishi kerak. Kremniyning miqdori 15% dan ko'p bo'lsa ferrosplitsiyani mustahkamligi kamayadi, oz bo'lsa temirni oksidlanishi tezlashadi. Suspenziyani tayyorlash uchun avtomatlashgan tizim ishlab chiqilgan bo'lib, bu tizim suspenziyani zichligini kerakli darajada ushlab turishi va nazorat qilishga asoslangan [1].

Boyitish jarayonida suspenziya loyqalar bilan ifloslanadi. Shuning uchun suspenziyaning dastlabki miqdoridan 15 foizi har siklda jarayondan chiqarilib regeneratsiyaga (tozalashga) yuboriladi. Buning uchun og'irlashtirgich suspenziyadan magnitli separator yordamida (magnetit, ferrosplitsiy bo'lsa) yoki flotatsiya usulida (galenit bo'lsa) ajratib olinadi va toza suv bilan yuvilib qayta suspenziya tayyorlashga yuboriladi. Demak, og'irlashtirgichning 15÷20 foizi doimiy aylanishda bo'ladi. Og'irlashtirgichning sarfi (mahsulotlar bilan yo'qolishi) boyitilayotgan rudaning har tonnasiga 200÷600 grammni tashkil qiladi.

Foydali qazilmani og'ir muhitda boyitish ko'pincha yordamchi jarayon hisoblanib 25÷80 % gacha keraksiz jinslarni oldindan chiqindixonaga chiqarib tashlash imkoniyatini yaratadi. Shuning hisobiga asosiy boyitish jarayoni fabrikasining unumdorligi oshadi. Bu usul texnik-

iqtisodiy omillarni hisobga olgan holda «choʻktirish», magnitli saralash, kontsenratsion stolda boyitish, flotatsiya jarayonlari bilan birga ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda suspenziyada boyitish usuli koʻmirni, xrom, marganes, temir rudalarini boyitishda asosiy jarayon hisoblanadi. Koʻmirni boyitishda zarrachalar oʻlchami 10-6 mm, rudalarni boyitishda 0.6-0,5 mm boʻlishi kerak. Foydali qazilmalarni ogʻir muhitda (suspenziyada) boyitish uchun turli tuzilishdagi (konstruktsiyali) dastgohlar yaratilgan boʻlib, ularni saralagichlar (separatorlar) deb ataladi. Saralagichlarning tuzilishi va ishlash tamoyillari bilan chuqurroq tanishishni xohlaganlar maxsus adabiyotlarga murojaat qilishlari mumkin.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Gravitatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Hidrostatik va gidrodinamik jarayonlar deb nimaga aytiladi?
3. Choʻktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
4. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?

#### **2.4. Qiya tekislik boʻylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida boyitish.**

##### **Konsentratsion stolda boyitishning mohiyati**

Konsentratsion stolda boyitish - mayda donachali mahsulotni gravitatsion usulda boyitishning eng koʻp tarqalgan usuli. Konsentratsion stollar qalayli, volframli, kamyob metalli, oltinli va boshqa rudalarni boyitishda keng qoʻllaniladi.

Konsentratsion stolda boyitish mineral zarrachalarning zichligi va oʻlchamidagi farqga qarab qiya tekislik boʻylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida ajratishga asoslangan. Konsentratsion stolda samarali boyitishning eng asosiy sharti - rudani gidravlik klassifikatorlarda teng tushuvchi zarrachali sinflarga ajratishdir [1].

*Konsentratsion stolning tuzilishi va ishlash tartibi.* SKM - 1 A turdagi konsentratsion stol trapetsiya shaklidagi yassi yuzadan iborat - bu yuza deka deyiladi. Deka romb yoki parallelogramm shaklida ham boʻlishi mumkin. Deka yogʻochdan yoki alyuminiydan tayyorlanib, ustidan linoleum, rezina, poliuretan va h.k. material bilan qoplanadi. Ular shuningdek, shishaplastdan ham tayyorlanadi. Dekaning yuzasida ingichka va uzun toʻsiqlar oʻrnatiladi. Bu toʻsiqlar yogʻoch yoki rezinadan

tayyorlanadi. To'siqlarning uzunligi va balandligi mahsulot beriluvchi tomonga qarab kamayib boradi.

Konsentratsion stol unga ko'ndalang o'qi bo'ylab yoki romb va parallelogrammning diagonali bo'ylab qaytarma-ilgarilama yo'nalishda harakat beruvchi uzatmaga ulanadi. Deka tirsakli richagga mahkamlangan gildirakchali rolikka (konki) tayanadi. Mahsulot beriluvchi tarafda joylashgan uchta tirsakli richagni tyaga birlashtirib turadi [1].

Maxovik orqali stol yuzasiga uning harakatlanish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda uncha katta bo'lmagan qiyalik berilishi mumkin.

Stolning uzatmasi elektrodvigatel, tasmali uzatma, richagli-ekssentrik mexanizmdan iborat bo'lib, stol dekasi bilan tyaga orqali ulanadi.

Dekaning mahsulot berilish tomonga yurish vaqtida (zadniy xod) dekaning tirkak va tayanchi orasida o'rnatilgan prujina siqiladi, buning teskarisida esa (peredniy xod) prujina yoziladi va dekani oldinga itaradi. Prujinaning siqilish darajasi gayka bilan boshqariladi.

Stol ishlayotgan paytda deka notekis harakatlanadi. Deka oldinga harakatlenganda uning tezligi asta-sekin ortadi, yurishning oxirida maksimumga yetadi, keyin esa 0 gacha keskin kamayadi [1].

Deka orqaga harakatlanayotganda uning tezligi maksimalgacha keskin ortadi, keyin esa sekin 0 gacha kamayadi.

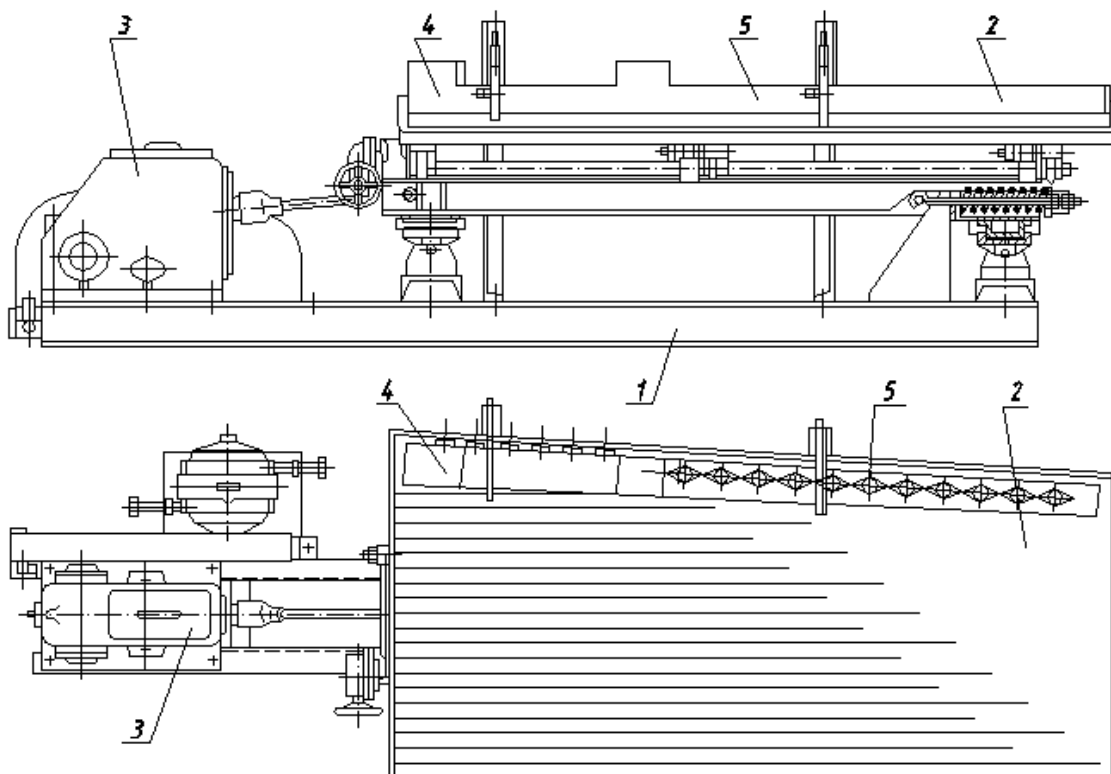
Dastlabki mahsulot bo'tana holida mahsulotni yuklash qutisiga beriladi. Suv esa yuqoridagi ariqchaga berilib, aylanuvchi parrakchalar orqali dekaning yuzasida tarqaladi.

Mineral zarrachalar aralashmasining stol dekasida ajralishi quyidagicha sodir bo'ladi. Mahsulotni yuklash qutisidan stol yuzasiga tushuvchi mineral zarrachalar ikkita kuch ta'siriga uchraydi: bo'ylama oquvchi suvning yuvuvchi kuchi va dekaning ilgarilama-qaytarma harakati natijasida sodir bo'luvchi stol bo'ylab harakat qiluvchi inersiya kuchi.

Dekaning qaytariluvchi ilgarilama-qaytarma harakati natijasida ruda aralashmasi deka bo'ylab harakatlanadi. Bunda turli zarrachalarning harakatlanish tezligi bir xil emas: katta inersiya kuchiga ega zichligi katta zarrachalarning deka bo'ylab harakatlanish tezligi kichik zichlikka ega zarrachalarning oldinga harakatlanish tezligiga nisbatan katta bo'ladi.

Biroq, kichik zichlikka ega zarrachalarga suvning yuvuvchi oqimi kuchliroq ta'sir qiladi, chunki segregatsiya natijasida ular zichligi katta zarrachalarning ustida joylashgan bo'ladi. Inersiya kuchi va suv oqimining gidravlik kuchi ta'sirida kichik zichlikka ega zarrachalar dekaning

ko'ndalang yuzasi bo'ylab zichligi katta zarrachalarga nisbatan tezroq harakatlanadi.



**13-rasm.** Konsentratsion stol SKM-1A

1-rama; 2-deka; 3-yurituvchi mexanizm; 4-qisqa ariqcha (dastlabki mahsulot uchun); 5-uzun ariqcha (yuvuvchi suv uchun).

To'siqchalarning vazifasi - stol yuzasida mineral zarrachalar aralashmasini ushlab qolish va ularni suv bilan tez yuvilib ketishiga qarshilik qilishdir. Chunki suvning yuvish kuchi zarrachalarning yuzaga ishqalanish kuchidan kattaroq. To'siqchalar orasida mineral zarrachalar aralashmasining qatlamlanishi sodir bo'ladi: pastki qatlamda mayda og'ir zarrachalar, keyin yirik og'ir zarrachalar, mayda yengil va oxirida-yirik yengil zarrachalar joylashadi.

Buning natijasida birinchi navbatda suv bilan yirik yengil zarrachalar yuviladi. Undan keyin oqim bilan to'siqlar orasidan mayda yengil zarrachalar yuvilishni boshlaydi.

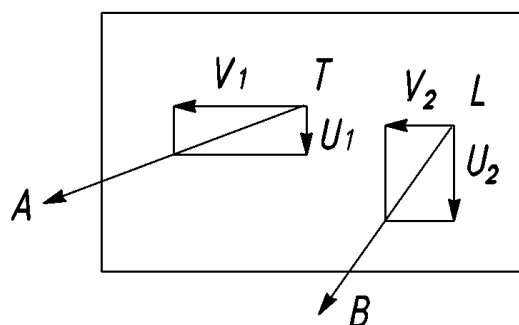
Turli xil zichlikka ega bo'lgan minerallarning ajralish sxemasini tuzish uchun T - og'ir mineral zarrachasi, uning inersiya kuchi ta'siridagi harakatlanish tezligi  $V_1$ , suvning yuvuvchi kuchi ta'sirida stolning ko'ndalang kesimi bo'ylab harakatlanish tezligi  $V_2$ . Yengil mineral

zarrachasi  $L$  uchun bu tezliklar  $U_1$  va  $U_2$ . Yuqorida bayon qilinganidek yengil va og‘ir minerallar harakat tezliklaridagi nisbat.

$$V_1 > V_2 ; U_1 < U_2$$

Og‘ir mineral zarrachasi  $TA$ , yengil mineral zarrachasi esa  $LV$  yo‘nalishda harakatlanadi.

Shunday qilib, og‘ir va yengil mineral zarrachalari stoldan turli xil nuqtalarda tushadi va bu ularni alohida mahsulotlarga ajratish imkonini beradi. Yonbosh tarafda og‘ir minerallar boyitmaga ajraladi, stolning ostki qismining uzatmaga yaqin qismida yengil minerallar chiqindiga ajraladi. Oraliq maydonda (zonada) esa oraliq zichlikka ega minerallar hamda ajralishga ulgurmagan minerallar oraliq mahsulotni tashkil qiladi.



**14-rasm.** Mineral zarrachalarning zichligidagi farqqa qarab stol yuzasida harakatlanish sxemasi

Boyitish uchun bir-biridan dekaning soni, shakli va yuzasi bilan, ularning o‘rnatilish usuli (osilgan yoki tayanchli), uzatmasining konstruktsiyasi, dekaning tebranish chastotasi va amplitudasi va boshqa xususiyatlari bilan farq qiluvchi konsentratsion stollar ishlatiladi.

Sanoatda SKP stol (osilgan) - SKP-15, SKP-22, SKP-30 (sonlar dekaning umumiy yuzasi,  $m^2$ ); SKO-(tirgakli); SKO-15; SKO-22; SKO-30 va h.k. markali stollar chiqariladi.

#### **Konsentratsion stollarning asosiy parametrlari va ishlash tartibi**

Konsentratsion stollar ishiga quyidagi omillar ta’sir qiladi:

1. To‘siqchalarning balandligi;
2. To‘siqchalar orasidagi masofa;
3. Dekaning tebranishlar chastotasi va amplitudasi;
4. Dekaning bo‘ylama va ko‘ndalang qiyalik burchagi;
5. Berilayotgan suv tartibi;
6. Stolning solishtirma ishlab chiqarish quvvati.

To‘siqchalarning joylashishi, balandligi va ular orasidagi masofa birinchi navbatda boyitilayotgan mahsulotning xususiyatiga, shuningdek

dekaning qiyaligiga, suv sarfi va tezligiga, stolning ishlab chiqarish quvvatiga bog'liq.

To'siqlar balandligi va ular orasidagi masofa - boyitilayotgan rudaning yirikligiga bog'liq. Odatda rudani boyitishda to'siqlarning balandligi 4-15 mm, ular orasidagi masofa esa 20-45 mm ni tashkil qiladi. Mahsulot yirikligi ortgan sari bu parametrlar ham ortadi.

Mahsulotning stol yuzasida qatlamlanish samaradorligi dekaning tebranishlar chastotasi va amplitudasiga bog'liq bo'lib, u ham o'z navbatida boyitilayotgan mahsulot zichligi va yirikligiga bog'liq.

Yirik zarrachali mahsulotni boyitishda mahsulot katta qalinlikda joylashadi, bu holda to'siqlar orasida kattaroq yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi hosil bo'ladi va dekaning qadam uzunligi kattaroq bo'lishi talab qilinadi. Dekaning tebranishlar chastotasi esa bunda uncha katta bo'lmaydigan qilib tanlanadi. Mayda zarrachali mahsulotni boyitishda esa tebranishlar amplitudasi kichik, chastotasi esa katta qilib tanlanadi.

Masalan, yirikligi 3 mm bo'lgan mahsulotni boyitish uchun tebranishlar chastotasi  $200 \text{ min}^{-1}$ , amplitudasi esa 24 mm, yirikligi  $< 0,5 \text{ mm}$  bo'lgan mahsulot uchun esa tebranishlar chastotasi  $300-350 \text{ min}^{-1}$  ga ko'tarilib, amplitudasi esa 12-14 mm gacha kamaytirilishi kerak.

Stol yuzasining ko'ndalang qiyalik burchagi ham boyitilayotgan mahsulotning yirikligiga bog'liq. Qiyalik burchagining ortishi bo'tana oqimining tezligi va suvning yuvilish tezligining ortishiga olib keladi. Buning natijasida og'ir zarrachalar stolning yonbosh tarafiga yetib kelmasdan stol yuzasidan yuvilib tushib ketish ehtimoli ortadi [1].

Mahsulot qancha yirik bo'lsa, stolning qiyaligi shuncha katta bo'lishi mumkin. Mayin zarrachali mahsulot uchun stolning qiyalik burchagi minimal bo'lishi kerak. Odatda stol yuzasining qiyalik burchagi  $1-10^\circ$  orasida bo'ladi.

Yuzaning qiyalik burchagi faqatgina mahsulotning yirikligiga emas, balki to'siqlarning balandligiga ham bog'liq. Ularning balandligi va mahsulotning yirikligi ortgan sari yuzaning ko'ndalang qiyalik burchagi ortadi.

Konsentratsion stolda boyitish samaradorligiga dastlabki mahsulot (bo'tana)ning zichligi va yuvuvchi suvning sarfi katta ta'sir ko'rsatadi. Bo'tananing haddan ziyod suyulib ketishi og'ir minerallarning yo'qolishiga olib keladi. Stol yuzasida suvning yetishmasligi zarrachalar ajralishini yomonlashtiradi va ishlab chiqarish unumdorligini pasaytiradi.



Stolga kelib tushadigan bo'tananing optimal zichligi 20-25 % hisoblanadi. Yuvuvchi suvning sarfi mahsulotning yirikligi va yuzaning qiyalik burchagiga bog'liq holda belgilanadi.

Boyitilayotgan mahsulot qancha yirik bo'lsa, yuvuvchi suvning tezligini shuncha oshirish mumkin. Yuzaning qiyalik burchagi katta bo'lsa, yuvuvchi suvning miqdorini kamaytirish mumkin. Odatda konsentratsion stolda ishlatiladigan suvning miqdori har bir tonna ruda uchun 1-2 m<sup>3</sup> ni tashkil qiladi.

Konsentratsion stolning ishlab chiqarish unumdorligi rudaning xossasiga, yuzaning maydoniga, stolning ishlash tartibi va boshqa omillarga bog'liq.

Stolga ortiqcha mahsulot berilsa mineral zarrachalar qatlamlanishga ulgurmaydi, chunki to'siqlar orasidagi bo'shliq og'ir minerallar bilan o'ta to'lgan bo'ladi va yangidan tushayotgan mahsulot esa suv bilan tez yuvilib tushib ketadi.

Stolga mahsulot kamroq berilsa, mineral zarrachalar samaraliroq ajraladi, lekin bunda stolning imkoniyatlaridan to'liq foydalanilmagan bo'ladi (ishlab chiqarish quvvati nuqtayi-nazaridan).

### **Konsentratsion stollarning afzallik va kamchiliklari**

Konsentratsion stolning afzalliklari: boyitishning yuqori samaradorligi, mineral zarrachalar ajralishini yaqqol kuzatish mumkinligi va uni darhol sozlash mumkinligi.

Stolning kamchiliklari: solishtirma ishlab chiqarish quvvatining pastligi, binoning katta maydonini egallashi, sinish oqibatida nisbatan tez-tez ishdan chiqishi, hamma bo'g'imlarini sinchiklab sozlash kerakli hisoblanadi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Cho'ktirish mashinalarining qaysi turlarini bilasiz?
3. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari nimadan iborat?
4. Mineral zarralarni konsentratsion stolda boyitish nimaga asoslangan?
5. Konsentratsion stolda boyitishda mineral zarra qanday kuchlarning tasiriga uchraydi?

## **2.5. Shlyuzlarda boyitish. Shlyuzlarning asosiy parametrlari, tuzilishi va ishlash tartibi.**

**Shlyuzlarda boyitish.** Sochma kon oltinli rudalarini, volfram, qalay va kamyob metallar rudalarini boyitishda shlyuz deb ataluvchi moslamadan foydalaniladi [1].

Shlyuz - to'g'ri burchak shakldagi qiya tarnovchadan iborat bo'lib, uning tubiga trafaret yoki juni o'sik mato (kiygiz, tuki o'sik movut, g'adir-budir rezina va h.k.) to'shaladi.

Trafaret sifatida yog'och g'o'lalar, to'rtburchak yoki dumaloq g'o'lalardan ko'ndalang kesilgan yog'ochlar ishlatilib, ma'lum oraliqda ko'ndalang qatorlar bo'ylab o'rnatiladi. Shuningdek, metal trafaretlar ham ishlatiladi. Ular suvning uyurma (girdob) oqimini hosil qiladi, g'adir-budir materialdan tayyorlangan qoplamalar esa shlyuzning tubi bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalarning qarshiligini oshiradi va quyi qatlamlarda suv harakatini pasaytiradi [1].

Trafaret va qoplamalar shlyuzlar ishining sifat ko'rsatkichlarini belgilovchi muhim omil hisoblanadi.

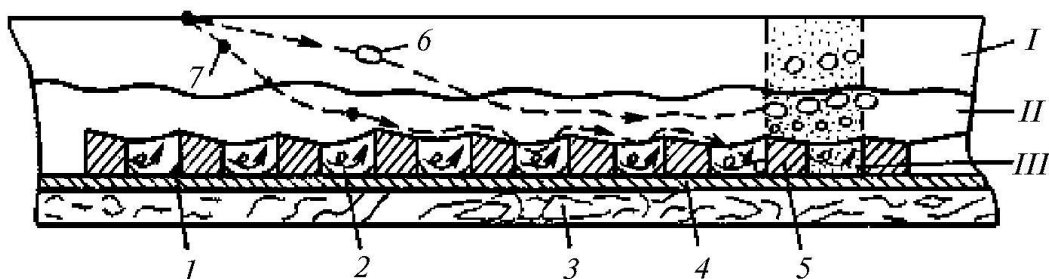
Trafaretlarning balandligi suv oqimi chuqurligidan katta bo'lmasligi kerak, o'z navbatida u boyitilayotgan mahsulot yirikligiga qarab tanlanadi. Odatda oqim chuqurligi boyitilayotgan mahsulotning eng katta zarrachasi o'lchamidan 2-3 marta katta bo'lishi kerak.

Bo'tana shlyuz bo'ylab harakatlanganda zarrachalar aralashmasining zichligi va yirikligiga qarab ajralishi sodir bo'ladi.

Avval shlyuz tubiga og'ir minerallar cho'kadi. Ular trafaretlar orasida yig'iladi va g'adir-budir yuzada ushlab qolinadi. Yirikroq valun va galkalar hamda yengil zarrachalar suv oqimi bilan shlyuzdan chiqib ketadi.

Vaqt o'tishi bilan trafaretlar orasi va junli qoplama uyalari (ko'zlari) da og'ir mineral zarrachalari yig'iladi. Yig'ilib-yig'ilib oxiri to'liq to'ladi va shlyuzga mahsulot berish to'xtatiladi. Cho'kkan mahsulot shlix deyiladi. Shlix ajratib olinadi.

Cho'kmani ajratib olish jarayoni chayish deyiladi. Avval yuqori qatlamda qolgan yengil zarrachalarni ajratib olish uchun shlyuzga suv beriladi. Keyin suv berish to'xtatiladi va trafaretni ajratib olishga kirishiladi. Bunda to'plangan mahsulot suv bilan yaxshilab yuvib tushiriladi.



**15-rasm.** Yirik zarrachali mahsulot uchun shlyuzning sxemasi.  
 1–bo‘shliq; 2–uyurma oqimlar; 3–shlyuz tubi; 4–mat; 5–trafaret; 6–yirik yengil zarracha va uning yo‘li; 7–mayda og‘ir zarracha va uning yo‘li.  
 I - muallaq holdagi zarrachalar qatlami; II - birlamchi to‘planish qatlami;  
 III - oxirgi to‘planish qatlami;

Bu mahsulot yog‘och yoki metall eshkaklar yordamida shlyuz tubi bo‘ylab yuqoriga ko‘tarib beriladi (puch tog‘ jinslarini ajratish uchun). Yirik bo‘laklar qo‘l bilan olib tashlab, chiqindilar maydoniga jo‘natiladi. Shlyuz tubida qolgan xomaki boyitma alohida idishga yuvib tushiriladi va shlyuz yakunida joylashgan uskunalarga tozalash (dovodka) uchun yuboriladi [5].

Junli matoni yuvish maxsus bakda yuvish orqali amalga oshiriladi. Shlyuzlarda cho‘kmani ajratib olish ancha qiyin, ko‘p mehnat sarflanadigan jarayon hisoblanib, hozirgi ishlab chiqarilayotgan zamonaviy shlyuzlar avtomatlashtirilgan.

Shlyuzlar 20 mm dan yirikroq mahsulotni qayta ishlash uchun mo‘ljallangan chuqur to‘ldiriladigan va 20 mm dan maydaroq mahsulotni qayta ishlash uchun sayoz to‘ldiriladigan shlyuzlarga bo‘linadi.

Mayin zarrachali mahsulotni boyitish uchun ishlatiladigan shlyuzlarga mahsulot (bo‘tana) yupqa qatlam bilan beriladi.

### **Shlyuzlarning texnologik parametrlari va ishlash tartibi.**

Shlyuzlarning asosiy texnologik parametrlari: qattiq zarrachalarning bo‘tanadagi miqdori (zichligi), oqimining chuqurligi, shlyuzning qiyalik burchagi, shlyuz tubining turi, shlyuzning kengligi. Ular boyitilayotgan mahsulotning xossalariga qarab tanlanadi.

Bu parametrlar ishlab chiqarish unumdorligi, ajralish va boyitmaning sifati kabi boyitish ko‘rsatkichlarni belgilaydi.

Chuqur to‘ldiriluvchi shlyuzlar qalinligi 40-50 mm li taxta (doska) dan to‘g‘ri burchakli kesimli qilib tayyorlangan tarnovchadan iborat.

Shlyuzlarning uzunligi 15-18 m, kengligi 0,9-1,8 m, chuqurligi (balandligi) esa 0,75 dan - 0,9 m gacha bo'ladi. Shlyuzning qiyalik burchagi 2-3°. Shlyuz tubiga trafaret to'shaladi. Ko'pincha, trafaretlar orasida cho'kuvchi mayda og'ir minerallarni ushlab qolish uchun butun shlyuz tubi bo'ylab trafaret ostidan junli mato joylashtiriladi.

Mayda zarrachali mahsulotni boyitish uchun sayoz to'ldiruvchi shlyuzlardan foydalaniladi. Bunday shlyuzlar tubiga kiygiz, dag'al tukli movut, karderoy, velvet kabi qoplamalar to'shaladi [5].

## 10-jadval

### Avtomatik shlyuzlarning texnik xarakteristikasi

Parametrlar	3ShA-1M	34-KTS	346-KTS
Yuzaning o'lchami, mm: uzunligi, kengligi	1800x900	1800x1800	1800x1800
Yuzaning umumiy maydoni, m <sup>2</sup>	8	16	16
Yuzalar soni	5	5	5
Boyituvchi mahsulotlarni yirikligi, mm	0,3 gacha		
Elektrodvigatel quvvati, kv	1,7	1,7	0,4
Gabarit o'lchamlari, mm:			
uzunligi	1650	2840	2810
kengligi	1345	2250	2205
balandligi	3320	3320	3540
Og'irligi, t	2,5	2,28	1,41

Shlyuzlarning solishtirma ishlab chiqarish quvvati mahsulotning yirikligi, boyitmaning chiqishi va junli qoplamaning turiga qarab 2 dan 30 t/m<sup>2</sup> sutkani tashkil qiladi.

Shlyuzlarda boyitishga sarflanadigan suv keng chegarada o'zgaradi. Mayda mahsulotni boyitishda va qiyalik burchagi katta bo'lganda sarflanadigan suv miqdori har 1 m<sup>3</sup> ruda uchun 3-10 m<sup>3</sup>, 200-300 mm yiriklikdagi rudani boyitishda suv sarfi keskin oshib, 1 m<sup>3</sup> ruda uchun 100 m<sup>3</sup> gacha suv sarflanadi.

## 2.6. Purkovchi va konusli saralagichlarda boyitish.

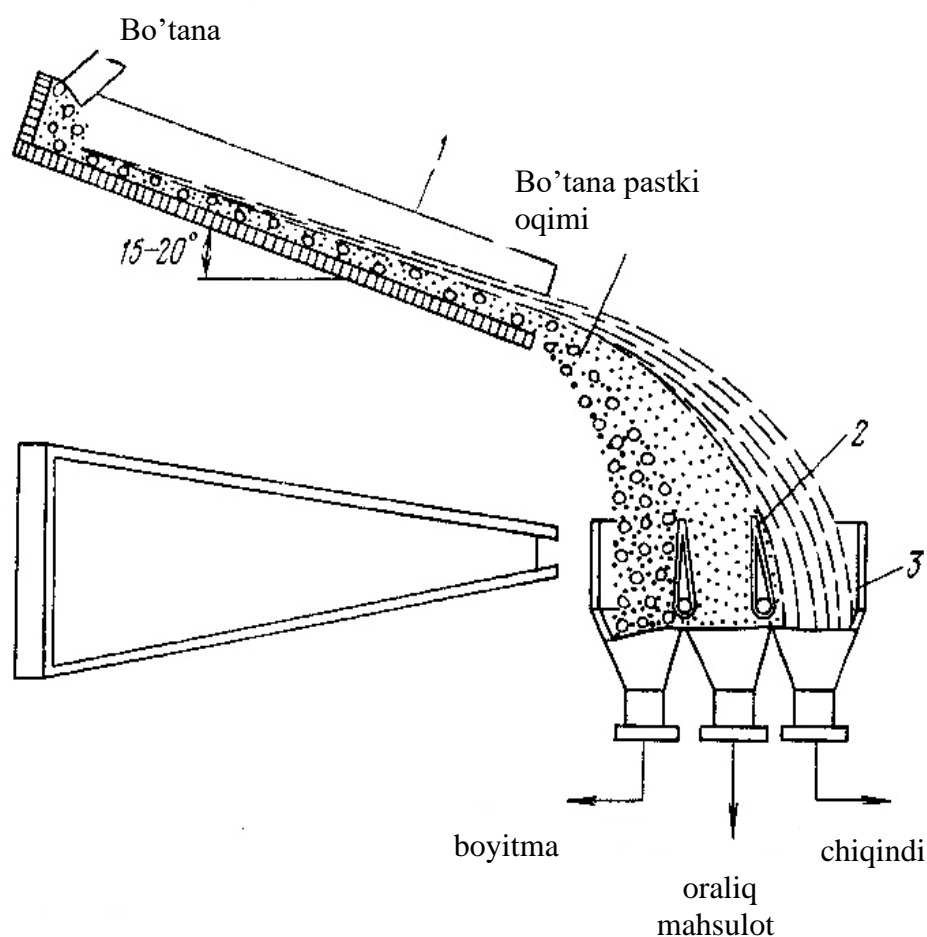
Keyingi yillarda bo'tananing harakatlanishida toraytirilgan tarnovda amalga oshiriluvchi gravitatsion uskunalar keng qo'llanilmoqda.

Mineral zarrachalarning zichligiga qarab torayuvchi tarnovchalarda ajralish quyidagicha sodir bo'ladi. 50 - 60 % qattiq zarrachalardan iborat

bo'tana tarnovcha 1 ning keng qismiga beriladi (20-rasm). Uning qiya tarnovcha bo'ylab harakatlanishida mahsulot mineral zarrachaning zichligi va yirikligiga qarab saralanadi.

Tarnovchanning keng qismida laminar yoki shunga o'xshash oqim ustunlik qiladi. Keyinroq tarnovchanning torayishi bilan oqimning tezligi ortadi va laminar oqim uncha katta bo'lmagan tezlikdagi turbulent oqimga o'tadi. Turbulent oqimning yuzaga kelishi yengil mineral zarrachalarning yuqoriga ko'tarilishiga va og'ir zarrachalarning yirikligiga qarab segregatsiyalanishi natijasida qaytadan taqsimlanishiga olib keladi.

Shunday qilib, mahsulotning oqim balandligi bo'yicha turli harakat tezliklarining mavjudligi ularning ajralishiga imkoniyat yaratadi [1].



**16-rasm.** Qiya tarnovchada mineral zarrachalarning ajralish sxemasi

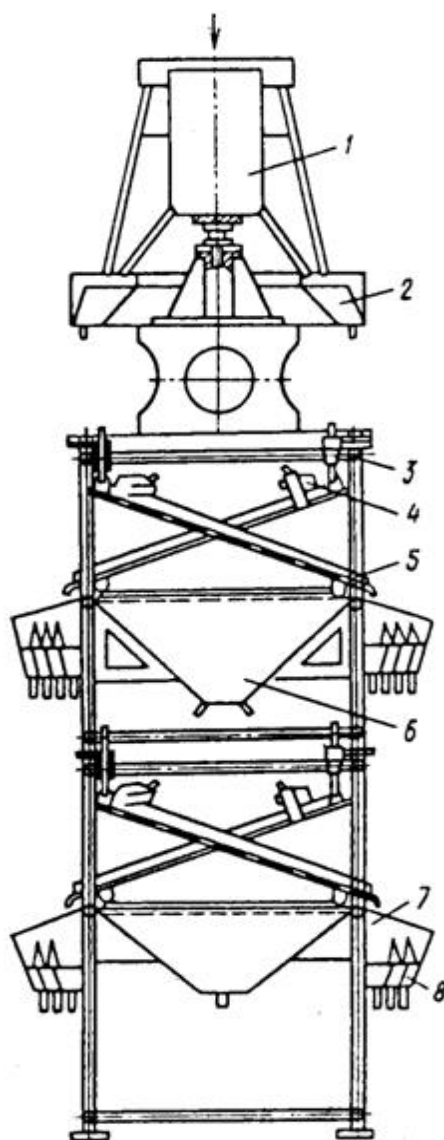
Yuqorida ko'rsatilgan omillarning ta'siri natijasida pastki qatlamlarda (tarnovchanning tubida) og'ir minerallarning zarrachalari, yuqori qatlamlarda esa yengil minerallarning zarrachalari to'planadi. Bo'tana tarnovchadan mineral zarrachalarning zichligi yuqoridan pastga

tomon ortib boruvchi yarim doira shaklida tushadi. Ajratuvchi to'siqlar 2 yordamida turli zichlikdagi mahsulotlar tegishli yig'uvchi idishlar 3 ga jo'natiladi.

Rudalarni boyitishda nisbatan kengroq ishlatiladigan, ishlash usuli ruda oqimini zichlikdagi farqqa qarab torayuvchi tarnovchada ajratishga asoslangan ikkita uskunani ko'rib chiqamiz.

Purkovchi konsentrator (17-rasm) 24 ta torayuvchi tarnovcha 6 dan tashkil topgan.

Yuqoridagi 2 ta tarnovchada asosiy boyitish, pastki tarnovchalarda esa boyitma va chiqindini tozalash amalga oshiriladi.



**17-rasm.** Purkovchi konsentrator

Har qaysi tarnovcha kengligi 0 dan 3 mm oraliqda o'zgartira

olinadigan ko'ndalang tirqishga ega. Tirqishlar orqali og'ir minerallarning zarrachalari bo'shatib olinadi va yig'uvchi idishlar 5 va 9 da to'planadi. Tarnovchalar gorizontga 12 - 20° burchak ostida o'rnatilishi mumkin.

Tarnovchalarning qiyaligi vintli moslama 3 orqali moslashtiriladi.

Bo'tana yuqoridagi 12 ta tarnovchaga bo'tana bo'lgich (1) dan halqasimon tarnovcha (2) orqali taqsimlanadi. Pastki tarnovchalarga esa yig'uvchi qutichalar orqali yuqori tarnovchalardan o'z-o'zidan quyiladi. Bo'tanani tarnovchaga quyiladigan joyida oqimning tezligini pasaytirish va tarnovchaning kengligi bo'yicha bir tekis taqsimlanishi uchun quticha 4 o'rnatilgan.

Tarnovchaning bo'shatish tomonida mahsulotlar yarim doirasining ajralishi mahsulotlarni qabul qiluvchi quti (8)ga yo'naltiruvchi kesgichlar (7) orqali amalga oshiriladi.

Uskunalar – 2+0,044 mm yiriklikdagi va qattiq zarrachalarning miqdori 45÷60 % li bo'tanada ishlaydi. Uning ishlab chiqarish unumdorligi boyitilayotgan mahsulotning yirikligiga bog'liq bo'lib, soatiga 3 dan 12 tonnagacha oraliqda bo'ladi.

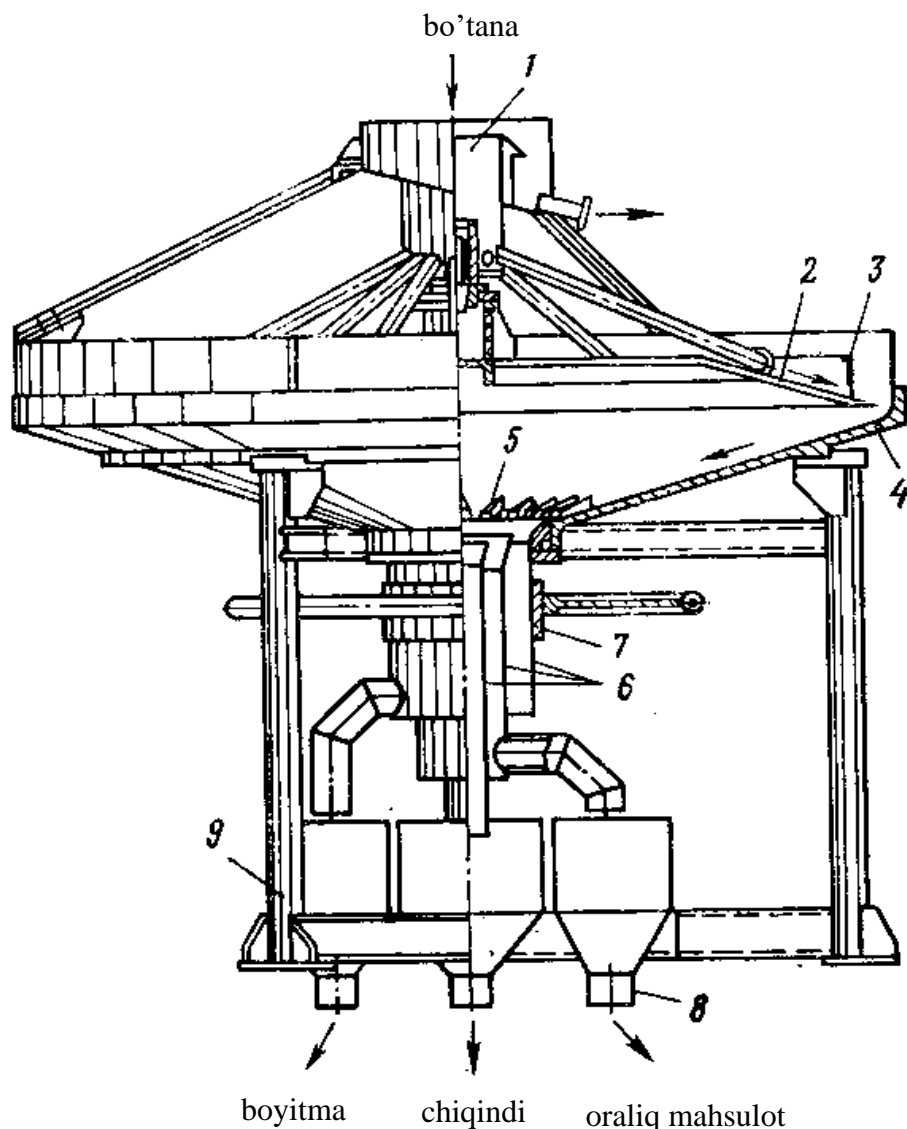
Purkovchi konsentratorning afzalligi - bitta uskunada birlamchi boyitish va pastki tarnovchalarda mahsulotni qaytadan boyitish jarayonlarini bajarish mumkinligi.

Purkovchi konsentratorlar titan-sirkoniyli sochma konlar va ba'zi tub konlar rudalarini boyitishda samarali ishlatilmoqda. Ayniqsa 0,1 mm dan kichik o'lchamdagi mahsulotlarni boyitishda yuqori samaradorlikka erishiladi [1].

Kamyob metalli sochma konlar rudalarini boyitishda konusli saralagich (18-rasm) ishlatiladi.

Saralagich ichki tomoniga yaxshilab ishlov berilgan to'ng'ir kesik konusdan iborat. Ishchi konusning pastki qismida markazga quyiluvchi toraygan tarnovchani tashkil qiluvchi qisqa ponalar (5) o'rnatilgan. Saralagichlar ponalarsiz ham ishlab chiqariladi. Ishchi konus ustida taqsimlovchi konusimon xalqa (2) o'rnatilgan bo'lib, u teshikli xalqasimon to'siq (3)ga ega. Saralagich bo'tana bo'lgich (1) bilan ta'minlangan.

Ishchi konusning ostida boyitish mahsulotlarining chiqishi va sifatini boshqarish uchun texnik qurilma o'rnatilgan bo'lib, u vertikal yo'nalishda shturva 16 orqali harakatlanuvchi ajratkich va vintli uzatmadan iborat. Boyitish mahsulotlari yig'uvchi tarnovcha (8)ga tushadi. Saralagichning hamma konstruktiv elementlari metall rama (9)ga o'rnatilgan.



**18-rasm.** Konusli saralagich

55 - 60 % qattiq zarrachalardan iborat bo'tana truba yordamida konussimon xalqa 2 bo'ylab tekis taqsimlanadi va ishchi konus yuzasiga kelib tushadi.

Bo'tana torayuvchi va asta-sekin qalinlashuvchi oqim tarzida pastga harakatlenganda mineral zarrachalarning zichligi va o'lchamiga qarab ajralishi sodir bo'ladi. Ponalar o'rnatilgan hududga kirganda bo'tana bir qator oqimlarga bo'linib, konus yuzasidan yarim doira (yelpig'ich) shaklida tushadi. Ajratkichlar orqali mahsulotlar yarim doirasi boyitma, oraliq mahsulot va chiqindiga ajratiladi.

Konusli saralagichlar bir yoki ko'p qavatli (yarus) qilib tayyorlanadi (bitta uskunada 6 tagacha yarus bo'lishi mumkin).

Ko'p qavatli saralagichlarning pastki qavatida yuqori qavatdagi



boyitish mahsulotlari qayta tozalanadi. Ishchi konuslar asosining diametri 2 yoki 3 m bo'lishi mumkin. Konuslarning hosil bo'luvchi gorizontga nisbatan qiyalik burchagi 14 dan 20° gacha bo'lishi mumkin [9].

Torayuvchi oqim usuli bo'yicha ishlaydigan uskunalarning afzalligi ularning yuqori solishtirma ishlab chiqarish unumdorligiga, sodda tuzilishga egaligi, boyitiluvchi har tonna ruda uchun suv sarfining ozligidir.

Kamchiligi - pastki tirqishlar kengligini boshqarish qiyinligi, ularni katta zarrachalar bilan tez - tez yopilib qolishi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Cho'ktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Vintli saralagichlarining qaysi turlarini bilasiz?
4. Vintli saralagichlarining asosiy parametrlari nimadan iborat?

### **2.7. Vintli saralagichlarda boyitish.**

Vintli saralagichlarda boyitish xuddi shlyuzlarda boyitishdagidek bo'ladi, lekin bu usulda boyitishda og'irlik kuchi bilan bir qatorda kattaligi og'irlik kuchidan bir necha barobar katta markazdan qochma kuch ham ishlatiladi.

Shuning uchun mineral zarrachalarning zichligiga qarab ajralishi tezroq ketadi va uskunaning o'lchamini sezilarli darajada kichraytirish mumkin [1].

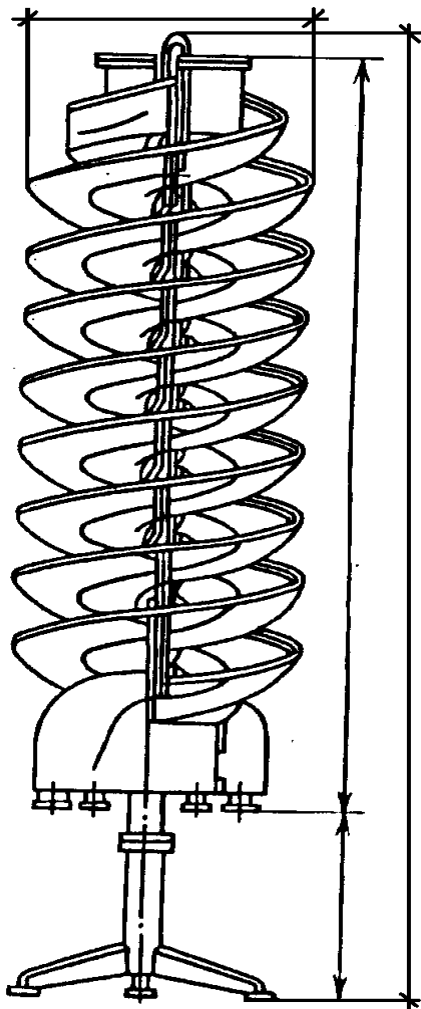
Vintli saralagich vertikal o'qqa ega qo'zg'almas vintsimon burama tarnovchadan iborat. Bunday uskunarlar kamyob, nodir metallar, tub va sochma konlar rudalarini boyitishda, fosforitli, xromitli rudalarni boyitishda ishlatiladi.

Saralagich bo'tanani qabul qiluvchi idish 1, burama (vintli) tarnovcha 2, boyitish mahsulotlari uchun ajratgich 3, ustun 4, va chiqindi uchun tarnovcha 5 dan iborat. Saralagichning tarnovchasi cho'yan yoki po'latdan quyilishi, yoki po'lat list yoki alyuminiyli qotishmalardan tayyorlanishi mumkin (19-rasm).

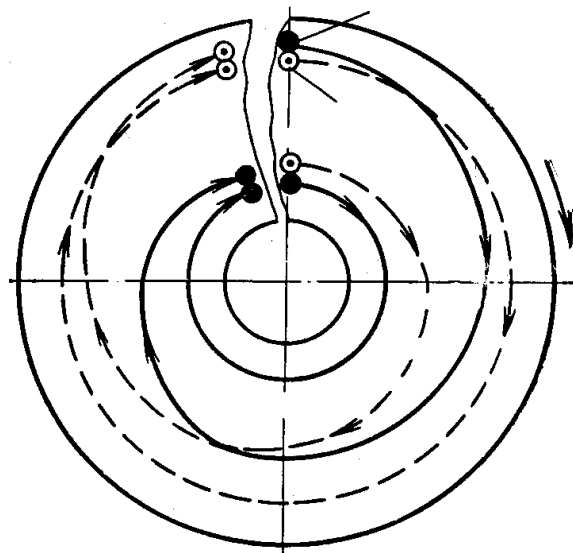
Tarnovchanning tashqi devori (bort) ichki devoriga nisbatan balandroq bo'ladi. Tarnovchanning tubida boyitma va oraliq mahsulotni chiqarib olish uchun teshik bo'lib, uning ustiga ajratgich o'rnatiladi.

Bo'tana tarnovchanning yuqori qismiga beriladi. Tarnovcha bo'ylab

harakatlanayotganda mineral zarrachalar suv oqimining, ishqalanish kuchining, og'irlik kuchi va markazdan qochma kuchning ta'siriga uchraydi. Bu kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida mahsulot zichligiga qarab taqsimlanadi: yengil minerallar tashqi yon devor tomon siljib, spiralsimon trayektoriya bo'ylab pastga siljiydi; og'ir zarrachalar esa shunday trayektoriya bo'yicha tarnovchaning tubi bo'ylab harakatlanadi [1].



**19-rasm.** Vintli saralagich



**20-rasm.** Vintli saralagichda mineral zarrachalarning harakatlanish sxemasi:  
1 – yengil zarralar; 2 – og'ir zarralar

Saralagichning yuqori o'ramlaridan ajratgichlar yordamida boyitma, o'rta o'ramlaridan oraliq mahsulot, chiqindi esa tarnovchaning oxiridagi quyi o'ramlaridan chiqarib olinadi.

Vintli saralagichlar ishiga quyidagi konstruktiv va texnologik parametrlar ta'sir qiladi: vintsimon tarnovchaning diametri va qadami,

o‘ramlar soni, tarnovcha ko‘ndalang kesimining yon tomonidan ko‘rinishi, ajratgichlar soni, ularni o‘rnatish joyi, mineral zarrachalarning o‘lchami va shakli, bo‘tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori, sarflanadigan suvning miqdori va h.k.

Saralagichning diametri berilgan ishlab chiqarish unumdorligiga, ajratiladigan minerallarning yirikligi va zichligiga bog‘liq. Sanoatda ishlatiladigan saralagichlar tarnovchasining diametri 600 dan 1500 mm gacha bo‘ladi.

Vintsimon tarnovchaning qadami uning gorizontal tekislikka nisbatan qiyalik burchagini belgilaydi. Boyitilayotgan mahsulot qancha mayda bo‘lsa, tarnovchaning nisbiy qadami shuncha kichik bo‘lishi kerak. Odatda u 0,4-0,6 ga teng.

Tarnovchaning o‘ramlari soni boyitilayotgan mahsulotning fizik xossalari bog‘liq va yirikligidagi farq kamayishi bilan ortib boradi. Sanoat saralagichlarida o‘ramlar soni 4-6 tani tashkil qiladi.

Ajratgichlar soni va ularni o‘rnatish joyi har qaysi aniq hol uchun tajriba yo‘li bilan aniqlanadi. Odatda tarnovchaning har qaysi o‘rami ajratgich bilan ta‘minlanadi [9].

## 11-jadval

### Vintli saralagichlarning texnik xarakteristikasi

Ko‘rsatkichlari	SVM-1000	SVM-1200	SVM-1500	SVM-1800
Tarnovning diametri, mm	750	1000	1200	1500
O‘ramning qadami, mm	450-550	—	600-850	-
O‘ramlar soni	4	4	4	3
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	2-4	3-8	6-8	20-30
Yuvuvchi suv sarfi, l/s	0,5	0,6	1	0,4
Bo‘tanadagi qattiq zarrachalar miqdori, %	20-40	20-40	20-40	20-40
Balandligi, mm	4200	4200	4200	5150
Og‘irligi, t	0,5	0,7	0,75	1,25

O‘lchami 4 mm dan 0,25 mm gacha bo‘lgan mahsulotlar vintli saralagichlarda samarali boyitiladi. Bundan mayda zarrachalar yomonroq boyitiladi. Dastlabki mahsulot tarkibida loyqa va mayin shlamlarning bo‘lishi vintli saralagichlarda ajralishning keskin buzilishiga olib keladi.

Vintli saralagichlarda boyitishda, agar og‘ir mineral zarrachalari yassi plastinka, yengil mineral zarrachalari esa dumaloq shaklda bo‘lganda eng yaxshi natijalarga erishiladi. Yassi plastinka shaklidagi

zarrachalar siljishining ishqalanish kuchlari ta'sirida tarnovchaning ichki yon devorida ushlanib qolib, boyitmaga ketadi, yengil minerallarning dumaloq shakldagi zarrachalari esa tarnovning tashqi yon devori bo'ylab harakatlanadi va chiqindiga ajraladi [1].

Vintli saralagichlarga berilayotgan bo'tana tarkibidagi qattiq zarrachalarning massa bo'yicha miqdori 25-30 % oralig'ida ushlab turiladi.

Ishlab chiqarish unumdorligi esa saralagichning o'lchami va boyitilayotgan rudaning xossasiga qarab 2 dan 30 t/soat o'zgaradi.

Vintli saralagichlar sodda tuzilishga ega, ularni ishlatish qulay, ularda elektr energiya sarflanmaydi va o'rnatishda kam joyni egallaydi.

O'lchami 4 mm dan 0,15 mm gacha bo'lgan og'ir minerallar (oltin, ilmenit, kassiterit va h.k.) boyitilganda 97 % ga qadar yuqori ajralishga erishish mumkin. Biroq minerallarning o'lchami 4 mm dan ortsa yoki 0,15 mm dan kamaysa vintli saralagichlarda boyitish samarasi keskin kamayadi.

## **2.8. Markazdan qochma saralagichlarda boyitish**

XX asrning oxiriga qadar rudalarni boyitish amaliyotida tug'ma oltinni, sochma minerallarni hamda og'ir metallar minerallari (masalan, kassiteritni) boyitishda markazdan qochma saralagichlar keng qo'llanildi.

Markazdan qochma saralagichlarda mineral zarrachalarining bir-biridan ajralish prinsipi uchun suv oqimi qo'llaniladi, ammo ajralish jarayoni markazdan qochma maydonda sodir bo'ladi [1].

Minerallarni ajralish qismida markazdan qochma maydonni hosil qilish ularni ajralishiga ketadigan vaqtni qisqartiradi va bu jarayonni kichik o'lchamdagi uskunalarda amalga oshirish imkonini beradi.

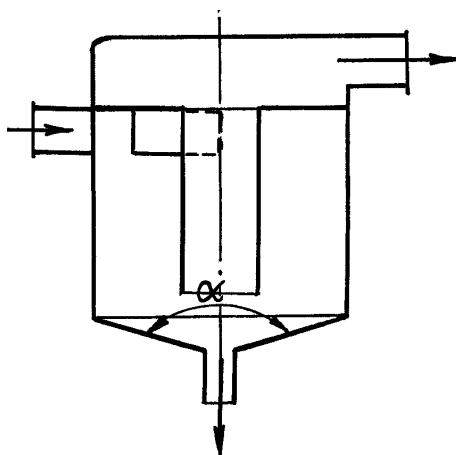
Markazdan qochma maydon hosil qilish prinsipiga ko'ra bir-biridan farq qiluvchi ikki turli saralagichlar mavjud:

1) qisqa konusli boyitish siklonlari, bunda boshlang'ich mahsulot bosim ostida yuboriladi;

2) bosimsiz markazdan qochma saralagichlar.

Boyitish siklonlari (21-rasm) hamda tasniflash siklonlari silindrlil va konusli qismlardan tashkil topgan. Tasniflash siklonlaridan farqli o'laroq, boyitish siklonlarining konusli qismining qiyalik burchagi katta - 90° dan 120° (140) ° gacha. Ammo, konusli qismining qiyalik burchagi 20° bo'lgan tasniflash siklonini boyitish maqsadida qo'llanganlik hollari

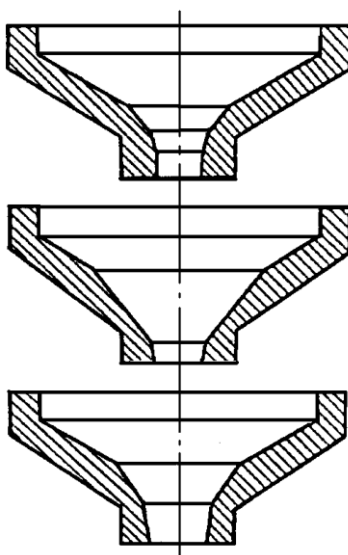
ma'lum.



**21-rasm.** Siklon turidagi markazdan qochma saralagich

Saralagichlarning konusli qismining qiyalik burchagi o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Jahon amaliyotida qalay tarkibli dengiz qumlarini boyitishda ishlatiladigan «Trikon» saralagichining (22-rasm) konus qismi qiyalik burchagi o'zgaruvchan.

Markazdan qochma saralagichlar – boyitish siklonlari suyultirilgan bo'tanada, ya'ni, suyuqlikning qattiklikka nisbati 10:1 dan 20:1 gacha oralig'ida yaxshi ishlaydi [5].



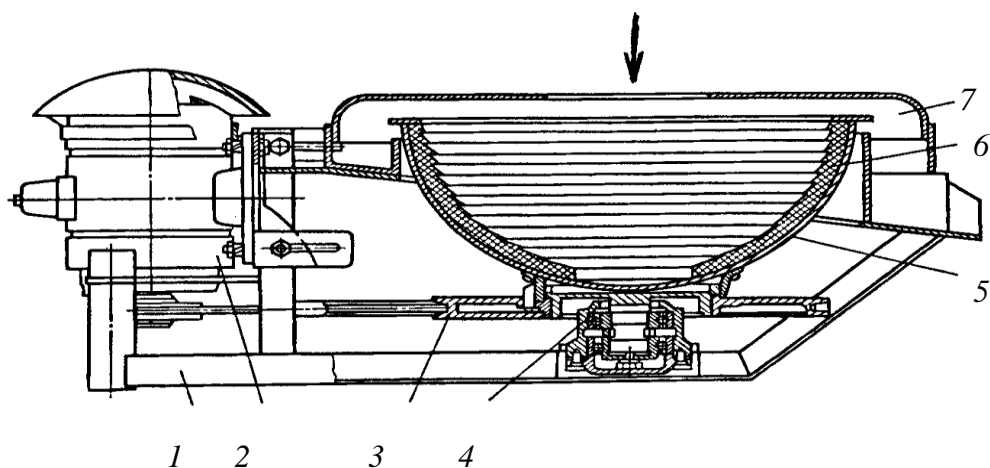
**22-rasm.** «Trikon» markazdan qochma saralagichining konus qismi turlari

Bo'tananing siklonga kirishishidagi optimal bosim  $(0,5-1) \cdot 10^5$  Pa oralig'iga to'g'ri keladi.

Nisbatan yirik mahsulotlarni boyitishda pastroq bosim, mayda

donador mahsulotlarni boyitishda esa kattaroq bosim qo'llaniladi.

**Markazdan qochma saralagichlarning tuzilishi va ishlash usullari.** Qum va sliv trubalari diametrlarining nisbati – uskuna ishlashining asosiy sozlanadigan parametri hisoblanadi. Bu parametrning optimal qiymati 0,15 dan to 0,3 (0,4) oralig'ida bo'lib, boyitilayotgan mahsulotning kattaligiga va uning tarkibidagi og'ir fraksiyaning miqdoriga bog'liq. Tasniflash siklonlaridan farqli o'laroq boyitish siklonlari kichik diametrdagi qum nasadkalari o'rnatilganda ham qum tiqilib qolmasdan ishlaydi. Shuning uchun qum bo'yicha solishtirma ishlab chiqarish quvvati tasniflash siklonlariga nisbatan bir qancha kam.



**23-rasm.** Sanoat saralagichi - sentrifuga:

- 1 – tayanch; 2 – elektrodvigatel; 3 – shkiv; 4 – podshipnik; 5 – rotor;  
6 – himoyalagich (futerovka); 7 – qopqoq

Siklonga tushayotgan bo'tana oqimi aylanib, pastga qarab harakatlanadi. Makrazdan qochma kuch ta'sirida mineral zarrachalar siklonning devoriga nisbatan qatlamlanadi. Bunda katta zichlikka ega bo'lgan zarrachalar pastki qatlamga yig'iladi va saralagichning konus qismi bo'ylab pastga harakatlanadi va qum tushadigan tuynukdan bo'shatiladi [5].

Sentrifuga turidagi makrazdan qochma saralagichlar tarkibida tug'ma oltin bo'lgan rudalarni boyitishda, sochma konlarni qidirib topish va qayta ishlashda, rangli metall rudalarini boyitishda flotatsiyadan avval yoki flotatsiya chiqindisidan oltinni yo'l-yo'lakay ajratib olishda keng qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda saralagich sentrifugalarning ikki turi mavjud bo'lib, ular rotorining o'lchami va tuzilishi, rotor devorining ichki qismidagi xalqasimon riflilarning o'lchami va turi bilan farq qiladi.

Yarimsfera ko‘rinishiga ega bo‘lgan rotorli sanoat saralagichi 18-rasmda ko‘rsatilgan.

Rotorga rezinadan yasalgan qoplama (futerovka) o‘rnatiladi. Rotor harakatni tasmali uzatma orqali elektrodvigateldan oladi. Dastlabki mahsulot rotorning tepa qismidan qozonning tubi markaziga beriladi. Mahsulot markazdan qochma kuch ta'sirida rotor bilan birga aylanib, o‘zining oqimida pastdan tepaga qarab erkin yuza hosil qiladi. Bu holatda bo‘tananing aylanishi rotorning aylanishidan ortda qoladi va spiral bo‘ylab harakat qiladi. Bo‘tananing rotorga tushgan joyidan uni slivga chiqib ketgungacha bosib o‘tgan yo‘li rotor qozonining xalqa chizig‘iga nisbatan ancha uzun. Og‘ir mineral (metall) zarralari oqim tubiga, ya'ni rotor devoriga cho‘kadi va riflilar orasida to‘planadi. Boyitmani bo‘shatish uchun rotor aylanishdan to‘xtatiladi va rezina riflilar orasida to‘plangan boyitma yuvib tushiriladi. Shunday qilib, markazdan qochma saralagichlar – sentrifugalarning ishlash prinsipi shlyuzlarning ishlashi singaridir. Ularni markazdan qochma shlyuzlar deb ham atash mumkin.

Zamonaviy chet el markazdan qochma saralagichlaridan sanoatda qo‘llaniladiganlari «Nelson» va «Falkon» saralagichlaridir. Bu saralagichlarning boshqa saralagichlardan farqi shundaki, ularning rotori qiya devoriga qatlamlanib cho‘kkan mineral zarralar rotor qobig‘idagi teshiklar orqali qo‘shimcha suv yuborish orqali yumshatiladi. Bunday qaror qabul qilish boyitilish darajasini orttiradi, ya'ni, nisbatan boyroq boyitma olinadi.

«Falkon» saralagichining rotori ikki qavat bo‘lib, sirtki bir butun qobiqdan va ichki teshikchalarga ega bo‘lgan qobiqdan iborat. Bu qobiqlarning oralig‘i kichikroq bosimga ega bo‘lgan suv bilan to‘ldiriladi. Natijada ichki teshikchalarga ega bo‘lgan qobiqdan chiqqan suv rotor devoriga cho‘kib qolgan mahsulot zarralarini orasini yumshatadi. Yumshagan mahsulot ichidagi yengil zarralar markazdan qochma kuch ta'sirida chiqib ketadi, og‘ir zarralar esa riflilar oralig‘ida to‘planib qoladi. «Falkon» saralagichiga toza suv ishlatiladi, aylanma suv ishlatilsa rotor qobiqlari oralig‘i tiqilib qolishi mumkin.

Boshqa konstruksiyaga ega bo‘lgan saralagichlarda esa riflilar oralig‘idagi mahsulotni yumshatish uchun rotor o‘rtasiga vertikal holda teshikchalarga ega bo‘lgan truba o‘rnatiladi. Bu truba teshiklaridan bosim ostida chiqqan suv riflilar orasidagi mahsulotni yumshatadi va og‘ir zarralar riflilar orasida qoladi, yengillari chiqindiga chiqib ketadi [1].

Markazdan qochma saralagichlarda boyitiladigan mahsulotlarning kattaligi saralagichning o‘lchamiga bog‘liq. Diametri 120, 300, 400 mm

bo'lgan saralagich uchun dastlabki mahsulotning maksimal o'lchami 4, 6, 8 mm. Zarrachaning maksimal o'lchami me'yoriy suv sarfiga (hajmiy unumdorlikka) bog'liq.

Markazdan qochma saralagichlar rotorining aylanish chastotasi, rotorning maksimal diametriga va boyitilayotgan mahsulotning maksimal diametriga bog'liq. U aksar hollarda shunday tanlanadiki, minerallarning ajralishini ta'minlasin va 15-20 Gts oralig'ida, ya'ni rotor devorining balandlik qismini aylanish tezligi 4 dan 6 m/s. ga to'g'ri kelsin [1].

Siklon turidagi markazdan qochma saralagichlar o'zining yuqori samaradorlikka ega ekanligi bilan ajralib turadi, oltin va qalay rudalarini dastlabki boyitishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi. Hidrometallurgiya va flotatsiya jarayonlaridan avval tasniflagichning slivi va qumi mos holda markazdan qochma saralagich va cho'ktirish mashinasida boyitilganda 80-90 % erkin holdagi oltin ajratib olinadi.

Markazdan qochma saralagichlar boyitish fabrikalari chiqindilarini qayta boyitishda ham qo'llaniladi. Bunda olingan mahsulot tarkibi dastlabki mahsulot tarkibiga yaqinroq bo'ladi va bu mahsulot jarayon boshiga qayta boyitish uchun yuboriladi.

Qisqa konusli siklonlarda og'ir metallarning boyitilish darajasi 10 ga yetadi.

Bosimsiz markazdan qochma saralagichlar bir xil diametrga ega bo'lgan siklon uskunasiga qaraganda kichik unumdorlikka ega bo'ladi. Lekin ularning solishtirma unumdorligi boyitish stollariga qaraganda ancha yuqori. Bunday uskunalarda tarkibida oltin bo'lgan qumlari boyitilganda boyitilish darajasi 1000 va undan yuqori bo'lishi mumkin.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Cho'ktirish mashinalarining qaysi turlarini bilasiz?
3. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari nimadan iborat?
4. Mineral zarralarni konsentratorlarda boyitish nimaga asoslangan?

## **2.9. Oltinli rudalarni gravitatsiya usulida boyitish texnologiyasi.**

Davlatimiz iqtisodiyotini ko'tarishda kamyob, nodir, rangli va qora metallarga bo'lgan talablar tobora ortib bormoqda.



Ko'pgina oltin saqlovchi rudalarda ma'lum miqdorda yirik oltin zarrachalari uchraydi. Shuning uchun bu zarrachalarni texnologik jarayonning boshida gravitatsion usulda ajratib olish oltinni chiqindi mahsulotlar bilan yo'qolishini oldini oladi [1].

Gravitatsion usulda boyitish foydali qazilmalarni boyitishning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri.

Bu usul o'zining soddaligi, yuqori samaradorligi, arzonligi tufayli boshqa usullarga nisbatan ko'proq ishlatiladi.

Gravitatsion usulning mohiyati mineral zarrachalarning og'irlik kuchi yoki muhitning qarshilik kuchi ta'sirida tushish tezligidagi farqqa asoslangan [1].

Zamonaviy oltin ajratish korxonalarida gravitatsiya usulida boyitish uchun quyidagi dastgohlardan: cho'ktirish mashinalaridan, konsentratsion stoldan, shlyuzlardan va boshqa uskunalardan foydalaniladi.

Oltin ma'danlarda asosan sof metall holida qo'shimchalar bilan birga uchraydi. Sof oltin tarkibiga qo'shimchalardan asosan kumush, mis, temir, oz miqdorda margimush, vismut, tellur, selen va boshqa elementlar bo'ladi. Sof metall tarkibidagi oltin miqdori 75-90% (asosan 85% atrofida), kumush 1-10% (ayrim hollarda 20% va hatto 40% gacha), temir va mis 1% gacha. Mis rudalarida misli oltin, mis-nikelli rudalarda palladiyli, platinali, rodiyli oltin uchraydi.

Kimyoviy birikma holidagi minerallardan oltin telluridi (kalaverit  $AuTe_2$ , silvanit  $AuAgTe_4$ , krennerit  $AuAgTe_2$ , pettsit  $Ag_3AuTe_2$  va boshqalar), shuningdek aurostibit  $AuSb_2$  uchraydi.

Oltinning ma'lum bo'lgan minerallaridan (20 dan ortiq) sanoat ahamiyatiga ega bo'lgani sof oltin hisoblanadi.

Ma'danlarda sof oltin har xil shaklda bo'ladi: irmoqli, simli, dendritli, plastinkali, tangasimon va boshqa turda. Sof oltin zarrachalarining o'lchami har xil, hatto mikroskop ostida ham ko'rinmaydigan mayda zarrachalardan tortib, gigant tug'ma oltin (og'irligi 10-100 kg gacha) bo'lishi mumkin. Katta tug'ma sof oltin juda kam uchraydi. Sof oltinning asosiy qismi mayda zarrachalardan iborat (0,5-1mm va undan kichik) bo'ladi. Sof oltinni rudadagi o'lchamiga qarab yirik (+70mkm), mayda (-70+1mkm) va juda mayda zarrachalarga (-1 mkm) bo'linadi. Oxirgisi sulfidli rudalarga xos.

Yirik oltin zarrachalari rudasi yanchilganda, noma'dan qismidan ajraladi va gravitatsiya usulini qo'llanilganda, gravitatsion boyitmaga o'tadi.

Yirik oltin zarrachalari flotatsion boyitmaga yaxshi o'tmaydi va sianid eritmasida sekin eriydi.

## 12-jadval

### Tarkibida sof oltin bo'lgan minerallarni tahlili

Mineral nomi	oltin	kumush	temir	mis	Boshqa qo'shimchalar
Sof oltin	70-100	$\leq 30$	0-1	0-1	
Elektrum	50-70	30-50	0-1	0-1	
Misli oltin	74,3-80,1	2,3-20	-	9-20,4	
Palladiy oltin (porpetsit)	86,0	4,2	-	0,1	8,2-11,6 Pd
Platinali oltin	86,0	3,0	-	-	10,5 Pt
Rodiyli oltin (rodit)	88,4	-	-	-	11,6 Rh
Iridiyli oltin (iraurit)	62,1	2,1	0,6	0,6	3,8 Pt; 30,0 Ir
Maldonit	64,5	-	-	-	35,5 Bi
Oltin amalgamasi	34,2-41,6	0-5	-	-	57-61 Hg

Mayda oltin zarrachalari yanchilganda, qisman toza holda va boshqa minerallar bilan birikkan bo'ladi. Sof holdagi mayda oltin zarrachalari asosan flotatsiyalanadi, sianid eritmasida tez eriydi, gravitatsion jarayonda boyitmaga yaxshi o'tmaydi. Juda mayda zarrachali oltin sulfidli minerallari bilan birikkan bo'lib, yanchilganda qisman ajraladi, asosiy qismi pirit va arsenopirit minerallari bilan birga bo'ladi.

Juda mayda zarrachali oltini bo'lgan rudalar qiyin boyitiladi va maxsus usullarni qo'llab, qayta ishlanadi.

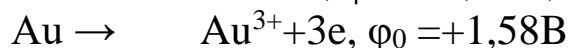
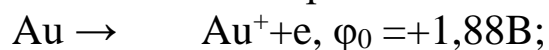
Ko'p hollarda oltin zarrachalari temir yoki margenes oksidlari bilan, arsenopirit (FeAsS), kovellin (CuS), galenit (PbS) va boshqa minerallar bilan qoplangan bo'ladi. Oltin zarrachasi ustidagi qoplama zich bo'lganda, oltin sianid eritmasiga kam o'tadi.

Oltin zarrachasi yirik bo'lib, usti plyonka bilan qoplangan bo'lsa, gravitatsiya qo'llanilganda boyitmaga o'tadi, boyitmadan ajratishda maxsus usul qo'llaniladi. Bunday rudalarni flotatsiyalashda olinadigan boyitmada oltin miqdori nisbatan kam bo'ladi.

Oltin-asl metall. Oltin yuqori haroratda ham vodorod, kislorod, azot, oltingugurt va uglerod bilan birikmaydi.

Oltin galogenlar bilan birikadi: brom bilan uy haroratida, fluor, xlor va yod bilan qizdirilganda, birikma hosil qiladi.

Oltinni suvli eritmasini elektrod potentsiali nisbatan yuqori:



Shuning uchun oltin ishqorda, kislotalardan: sulfat, nitrat, xlorid va organik kislotalarda erimaydi.

Oltin kuchli oksidlovchilar ishtirokida mineral kislotalarda eriydi. Masalan: kuchli sulfat kislotasida, yod kislotasi  $H_5IO_6$  ishtirokida, nitrat kislotada marganes (IV) oksid ishtirokida, shuningdek qaynoq suvsiz selen kislotasida  $H_2SeO_4$  eriydi, chunki bular kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Oltin zar suvda, xlor bilan to'yintirilgan xlorid kislotasida, ishqoriy muhitda sianidlar eritmasida va kislorod ishtirokida ishqoriy va ishqoriy yer metallarida eritmaga o'tishi mumkin.

Fabrikaga berilayotgan mahsulotning o'lchami kon qismida, boyitishning birinchi jarayoniga tushayotgan mahsulotning o'lchami va boyitish usuli boyituvchanlikka tekshirish natijalari asosida aniqlanadi. Rudaning qattiqligi, granulometrik tarkibi, namligi, loyning miqdori, maydalanuvchanligi, elanuvchanligi, yanchiluvchanlik kabi fizik xossalari maydalash, elash va yanchish usullarini va bu jarayonlarni bajaruvchi dastgohlarning turini belgilashga imkon beradi. Sxemani tanlashga umumiy sharoitlari: rayonning iqlim sharoiti, korxonaning ishlab chiqarish unumdorligi, konni qazish usuli, rudani fabrikaga berilish usullari hisobga olinishi kerak. Maydalash bosqichlarini soni maydalanayotgan boshlang'ich va oxirgi yirikligi bilan aniqlanadi. Fabrikadagi maksimal maydalanish darajasi rudani 3-bosqichda maydalab erishish mumkin.

Cho'ktirish usulida boyitish mineral zarrachalarning zichligiga qarab vertikal yuza bo'ylab goh ko'tarilib, goh pasayuvchi suv oqimi yordamida ajratishdir.

Muhitning goh ko'tarilib goh pasayishi maxsus uzatuvchi mexanizm orqali hosil qilinadi. Yanchilgan ruda bo'tana hoida cho'ktirish mashinasining panjarasiga beriladi. Mayda mahsulotni boyitish vaqtida panjara ustiga boshqa materiallardan sun'iy o'rindiq to'shaladi. Sun'iy o'rindiq materialning zichligi ajratilayotgan og'ir mineral zichligidan kichik, yengil mineral zichligidan katta bo'lishi kerak. Oltin saqlovchi rudalarni boyitishda sun'iy o'rindiq sifatida metall sharchalar yoki gematitli ruda ishlatiladi. O'rindiqlarning o'lchami boyitilayotgan mahsulotning eng katta bo'lagi o'lchamidan 3-6 marta katta bo'lishi kerak. Og'irlik kuchi ta'sirida og'ir mineral zarrachalari o'rindiq ustiga o'tirishga harakat qiladi, lekin ularning cho'kish tezligi har-xil. Og'ir minerallarda cho'kish tezligi yengil minerallarnikiga qaraganda katta. Yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimida oltin zarrachalari puch tog' jinslarining yengil zarrachalariga nisbatan orqada qoladi. Pastga harakatlanuvchi suv oqimida oltin zarrachalari yengil zarrachalardan o'zib, panjaraga yaqinlashadi.

Diafragma yordamida hosil qilinadigan suvning pulsatsiyasi yordamida material zichligiga qarab taqsimlanadi: oltin zarrachalari va boshqa og'ir minerallar o'rindiq orasidan o'tib, panjara ostida to'planadi; yengil zarrachalar o'rindiq ustida qoladi. Cho'ktirish mashinasiga suv dastlabki mahsulot bilan birga kiradi.

Undan tashqari suvning bir qismi panjara ostiga beriladi. Oltinni ajratishga va olinayotgan konsentratning sifatiga ta'sir qiluvchi cho'ktirish mashinasining asosiy parametrlari bo'lib sun'iy o'rindiqning xarakteristikasi, panjara osti ko'tariluvchi suv oqimining tezligi, mashinaning ishlab chiqarish unumdorligi, dastlabki mahsulotning zichligi va h.k. hisoblanadi.

**Oltinni shlyuzlarga ajratish.** Shlyuzlar erkin holdagi oltinni ruda va qumlardan ajratishda eng oddiy boyitish apparati hisoblanadi. Shlyuzlar to'g'ri to'rtburchak qismga ega bo'lgan novdan iborat bo'lib, gorizont tekislik bo'ylab uncha katta bo'lmagan qiyalikka ega. Nov tubiga cho'kkan zarrachalarni ushlab qolish uchun maxsus qoplama (junli mato, rezina trafaret) to'shalgan.

Yanchilgan rudaning bo'tanasi shlyuzning bosh qismiga beriladi. Shlyuzga dastlabki mahsulotning zarrachalari qiya tekislik bo'ylab harakatlanayotganida zichligiga va kattaligiga qarab qatlamlanadi. Bunda shlyuzning yuzasiga asosan oltinning og'ir zarrachalari va yengil minerallarning yirik zarrachalari cho'kadi. Cho'kkan boyitma vaqti-vaqti bilan shlyuz yuzasidan ajratib olinadi.

Tezlikning turbulent oqim chuqurligi bo'ylab o'zgarish xarakteri rasmda berilgan. Bo'tana oqimini shartli ravishda 3ta zonaga bo'lish mumkin: qovushqoq qatlam, o'tish va turbulent zona. Qovushqoq qatlamda tezlik kam, chunki suyuqlik yuzaga yopishib qoladi. Undagi harakat laminar xususiyatga ega. Bu qatlamning qalinligi 8 mm ning qismlarini tashkil qiladi va o'zgaruvchan kattalik hisoblanadi. Ba'zi vaqtlarda qovushqoq qatlam uzilib, turbulent harakat qattiq yuzaga uriladi ( $b=0$ ), keyin esa asta-sekin laminar oqim bilan almashadi.

Oqim turbulentligining intensivligi oqim harakatlanayotgan yuza (tub) ning holatiga bog'liq. G'adir-budurlik qancha ko'p bo'lsa, turbulentning intensivligi shuncha ko'p bo'ladi.

Qiya tekislik bo'ylab harakatlanayotgan suyuqlik oqimi ichidagi qattiq zarrachaga bir nechta kuch ta'sir qiladi: gravitatsion kuchlar (ogirlik kuchi minus Arximed kuchi), ishqalanish kuchi  $T$ , turbulent o'rama ta'siridan ko'tarilish kuchi va ro'paradan yo'nalgan qarshilik kuchi  $F_x$ . Bu kuchlarning nisbati oqimning tezligi va qalinligiga, tekislik yuzasining

g'adir-budirligiga, zichligiga, qattiq zarrachalarning kattaligiga va shakliga bog'liq bo'ladi.

Agar qattiq zarrachalarning gravitatsion kuchi yuqoriga ko'tarish kuchidan ancha katta bo'lsa, ular shlyuz tagiga tez tushadi va ishqalanish kuchi ro'paradan yo'nalgan qarshilik kuchidan ortiq bo'lsa, u yerda ushlanib qoladi. Gravitatsion kuchi ko'tarilish kuchidan kichik bo'lgan yengil zarrachalar muallaq holda joylashadi va shlyuzdan oqim bilan chiqib ketadi. Va oxiri, gravitatsion kuchi ko'tarilish kuchiga yaqin bo'lgan zarrachalar shlyuzda sakrab (bir tekis emas) harakatlanadi va shlyuz tubi bilan tutashgan chog'da holatga qarab yo ulashib qoladi, yoki oqim bilan chiqib ketadi. Shlyuzlarning oltinni ajratib olishga ta'sir qiluvchi asosiy texnologik parametrlariga uning uzunligi, qiyaligi, tub qoplamasining xususiyati, bo'tananing zichligi va cho'kmani ajratib olishdagi takrorlanishi soni kiradi. Yirik og'ir zarrachalar shlyuz uzunligining birinchi metrida ushlanishi amalda isbotlangan. Nisbatan mayda zarrachalarni ushlab butun uzunlikka cho'ziladi va shuning uchun mayda oltin zarrachalarini ushlab uchun shlyuzlar ishlatiladi. Oltin saralash fabrikalarida yumshoq qoplamali shlyuzlarning uzunligi 3-4 m bo'lishi mumkin.

Shlyuzning qiyalik burchagi dastlabki mahsulotning xususiyatiga, bo'tananing quyugligiga, qoplamaning turiga va h.k. larga bog'liq. Shlyuzning qiyalik burchagi qancha katta bo'lsa, oltinning ajralishi shuncha kam, lekin olinadigan boyitma oltinga boy bo'ladi. Shlyuzning qiyaligi 12 dan 17 gacha. (120-170 mm har 1 m uzunlikka).

Shlyuzlarda oltinni ushlabda qo'llaniladigan qoplamalar xilma-xilligi bilan farqlanadi. Ko'p hollarda qoplama sifatida dag'al tukli ip gazlama mato ishlatiladi. Undan tashqari g'adir-budir rezina, movut, dag'al to'kilgan junli mato, kiygiz (namat), brezent va h.k. lar ishlatiladi. Shlyuz qoplamalarining asosiy vazifasi -tubga cho'kkan oltin zarrachalarini bo'tana oqimi bilan chiqib ketishidan saqlash. Bunda yengil minerallarning yirik zarrachalarini qoplama ushlab qola olmaydi.

Lekin ishqalanish kuchi ro'paradan yo'nalgan qarshilik kuchidan katta bo'lgan yengil minerallarning yirik zarrachalari oltin zarrachalari bilan shlyuz tubiga cho'kib ushlanib qolishi mumkin. Lekin qoplamaning tukliligi oqimning turbulentlanishini vujudga keltiradi. Bunda hosil bo'lgan yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimi bunday zarrachalarni yuvilishiga va chiqib ketishiga olib keladi. Tukli yuza oltin zarrachalari va boshqa og'ir minerallarni tanlanib yig'ilishini taminlaydi.

Matoning tuki qancha uzun bo'lsa, qoplamani ushlab qobiliyati ortadi, lekin bu holda yengil zarrachalar ham ushlanib qoladi. Shuning uchun tuk qanchalik uzun bo'lsa, oltinning ajralishi shuncha ko'p, lekin boyitma kambag'al bo'ladi.

Shlyuzlardagi bo'tananing quyugligi qayta ishlanayotgan mahsulot zarrachalarining maksimal kattaligi bilan aniqlanadi. Yirikroq mahsulot ko'proq suyultirilishni talab qiladi ( $S:K=2,5:10$ ). Quyug bo'tanalar bilan ishlaganda erkin oltin zarrachalarining bir qismi shlyuzlardan o'tish vaqtida cho'kishga ulgurmaydi va oltinning ajralishi kamayadi. Bo'tana suyultirilganda oltinning cho'kishi osonlashadi. Lekin bo'tanani juda ham suyultirib yubormaslik kerak. Chunki suyultirish ko'p sonli uskunalari o'rnatishni talab qiladi. Shuning uchun har qaysi holda eng kam miqdorda suyultirib, eng ko'p oltin ajralishiga erishishini taminlash kerak.

Boyitmani cho'kishi mobaynida shlyuzning ushlab qolish qobiliyati susayadi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan cho'kkan mahsulotni shlyuzdan ajratib olib turish kerak. Ajralishlar soni shlyuzning konsentratsiyasiga, qoplamaning turiga va qayta ishlanayotgan mahsulotning xususiyatiga bog'liq. Ajratib olishlar sonining ortishi bilan oltinni ajralishi ortadi, lekin olinayotgan boyitmaning sifati pasayadi.

Oltin saralash fabrikalarida ishlatiladigan shlyuzlar xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Statsionar shlyuzlar oddiy va ko'p tarqalgan bo'lib, burchak ostida qo'zgalmas qilib o'rnatilgan, to'g'ri to'rtburchak kesimga ega tarnovchadan iborat. Tarnovcha tubiga ushlab qoluvchi qoplama o'rnatilgan. Qayta ishlanayotgan mahsulot bo'tana holda shlyuzning yuqori qismiga beriladi va qiya tekislik bo'ylab harakatlanadi. Shlyuzdan ajratish vaqtida dastlabki mahsulotni berish to'xtatiladi, cho'kkan mahsulot shlyuz tubidan maxsus idishga kuchli suv oqimi yordamida ajratib olinadi.

Shlyuzlarda ishlash vaqtida cho'kkan mahsulotni ajratib olish eng qiyin jarayon hisoblanadi. Shuning uchun ko'pincha o'zining ko'ndalang o'qi atrofida aylanadigan to'ng'iriladigan shlyuzlardan foydalaniladi va bu ajratib olish jarayonini osonlashtiradi.

Shlyuzlarning cho'ktirish mashinalaridan afzalligi shundaki, ular nisbatan mayda oltin zarrachalarini ham ushlab qolish qobiliyatiga ega va o'rnatishga kam xarajat talab qilinadi. Shlyuzlarning eng asosiy kamchiligi ularni ishlatish qiyinligi va ishlab chiqarish unumrorligining pastligidir ( $2-20 \text{ t}/(\text{m}^2 \text{ sut})$ ).

**Oltinni konsentratsion stolda boyitish.** Qoidaga ko‘ra olingan xomaki gravitatsiya boyitmasi qo‘shimcha ravishda qayta tozalanadi. Shu maqsadda konsentratsion stollar ishlatiladi.

Konsentratsion stollarda boyitish-bu mineral zarrachalarning zichligiga qarab qiya tekislik bo‘ylab oqayotgan gorizontal yuzada qaytarma-ilgarilama harakat qilish yordamida perpendikulyar harakatlanuvchi yo‘nalishiga aytiladi. Oltin saralash fabrikalarida ishlatiluvchi konsentratsion stolning yuzasi trapetsiya yoki parallelogramm shaklida bo‘lib, sozlanadigan ko‘ndalang qiyalikka ega.

Stolga kelib tushayotgan mineral zarrachalar uzatma orqali berilayotgan inersiya kuchi tasiriga, qiya tekislik bo‘ylab harakatlanayotgan suv oqimi tasiriga hamda og‘irlik kuchi tasirida zarrachalar stol yuzasida cho‘kadi va stolning silkinishi tasirida to‘siqlar orasidagi bo‘shliqda mahsulot qatlamlanadi. Mayda og‘ir zarrachalar pastda, uning ustida yirik og‘ir zarrachalar va mayda yengil zarrachalar, eng yuqorida esa yirik yengil zarrachalar joylashadi.

Stol yuzasining qaytarma-ilgarilama harakati natijasida zarrachalar stol o‘qi bo‘ylab tarqaladi (ya‘ni tarnovchalar bo‘ylab) va bir vaqtning o‘zida ko‘ndalang harakatlanayotgan suv oqimi yordamida olib ketiladi.

Yuqori tomonda joylashgan yirik yengil zarrachalar ko‘ndalang suv oqimi yordamida o‘lchamining kattaligi va to‘siqlar bilan ham himoyalangani uchun past tarafda joylashgan mayda og‘ir zarrachalarga nisbatan oson yuviladi. Bundan tashqari mahsulot stol yuzasida harakatlanayotgani sari to‘siqlarning balandligi kamayib boradi va bu mayda yengil zarrachalarning yuvilishini osonlashtiradi. Buning natijasida stolda har-xil zichlik va kattalikdagi zarrachalardan tashkil topgan yarim doira hosil bo‘ladi. Qabul qilish qutisining qarshisiga stol yuzasiga cho‘kishga ulgurmagan nisbatan mayin tuyulgan mahsulot yuvilib tushadi. Undan keyin yengil yirik zarrachalar, so‘ngra o‘rtacha zichlikdagi va oxirida og‘ir zarrachalar yo‘li hosil bo‘ladi. Yarim doiraning alohida yo‘llari turli qabul qiluvchi idishlarga yig‘iladi.

Konsentratsion stolning yuzasiga mahsulotning taqsimlanishi.

Konsentratsion stollarning asosiy xususiyatlaridan biri ular oltinning yuqori ajralishida boy konsentratsiyani olish imkonini beradi. Biroq, stolda boyitish yupqa suv qatlami yordamida amalga oshirilgani uchun bu ajralishlarning ishlab chiqarish unumdorligi kichik. Shuning uchun, konsentratsion stollar oltin saralash fabrikalarida qaytadan tozalovchi uskuna sifatida (masalan, cho‘ktirish mashinalarining boyitmalaribi) ishlatiladi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Cho'ktirish usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Segrigatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Cho'ktirish mashinalarining qaysi turlarini bilasiz?
4. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari nimadan iborat?
5. Mineral zarralarni konsentratsion stolda boyitish nimaga asoslangan?

### **2.10. Qalayli rudalarni gravitatsiya usulida boyitish texnologiyasi**

Qalayli rudalar murakkab mineral tarkibga egaligi uchun ularni qayta ishlashning yuqori texnologik ko'rsatgichlarini va mahsulotni kompleks ishlatishni ta'minlovchi optimal texnologiyasini yaratish qiyin.

Qalay saqlovchi minerallarning 16 ta turi mavjud bo'lib, ularning orasida muhim ahamiyatga egasi  $\text{SnO}_2$  - kassiteritdir. Uni qalayli tosh deb ham ataladi. Mineral 78,6% qalay saqlaydi, yuqori zichlikka ega ekanligi bilan xarakterlanadi (zichligi  $7\text{g}/\text{sm}^3$  atrofida), mo'rt, yuqori darajada shlamlanishga moyil.

Nazariy jihatdan kassiterit diamagnet, biroq uning ba'zi ko'rinishlarining magnitlanishga moyilligi yetarli darajada yuqori va  $(100\div 120) \cdot 10^{-6} \text{sm}^3/\text{g}$  gacha yetadi.

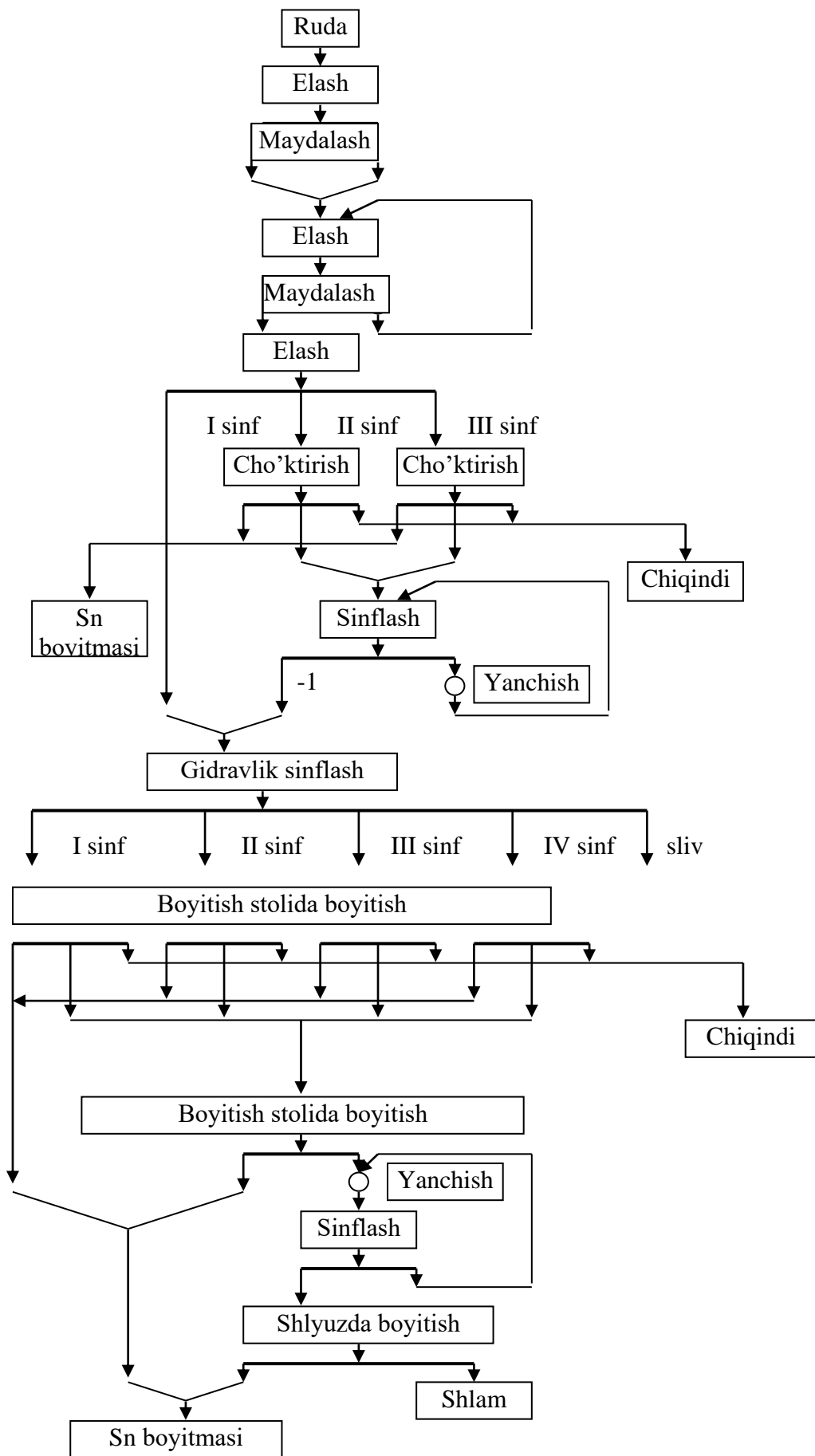
Qalay saqlovchi minerallarga yana qalay sulfidi  $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{FeS}\cdot\text{SnS}_2$  – stannin yoki qalayli kolchedan kiradi va u 22-30% qalay saqlaydi. Stanning zichligi  $4,3\text{-}4,5 \text{g}/\text{sm}^3$ . Mineral mo'rt, elektr tokini kuchsiz o'tkazadi.

Qalayli konlarning barcha sanoat turlari tub va sochma konlarga bo'linadi.

Qalayning asosiy zaxiralari tub konlarda to'plangan. Ular quyidagi ko'rinishlarda uchraydi: sulfid-kassiteritli, kvarts-kassiteritli va silikat-kassiteritli.

Sulfid va silikat – kassiteritli rudalar ko'p o'xshashliklarga ega va bir-biridan faqat sulfidlarning va silikatlar (xlorit va turmalin) ning miqdori bilan farq qiladi. Rudalarda sulfidli minerallarning asosiy qismi arsenopirit, galenit, pirit, markazit, pirrotin, sfalerit va xalkopirit ko'rinishida namoyon bo'ladi.





24-rasm. Qalayli rudalarni boyitishning texnologik sxemasi

Silikat-kassiteritli rudalar sulfidlarning miqdori kamligi va katta miqdorda xlorit va turmalin saqlashi bilan xarakterlanadi. Kvars-kassiteritli rudalarda kvars miqdori ortiq, dala shpati va slyudaning miqdori katta.

Tub konlar rudalaridagi qalayning miqdori 0,3-1% chegarada tebranadi, sochma konlar rudalarida esa 0,01-0,04%. Sochma konlar rudalarida qalayning miqdori tub konlar rudalaridagiga nisbatan ancha kam bo'lishiga qaramay, qumlarni qazib olish va boyitish arzonligi tufayli qalayni sochma kon rudalaridan ajratib olish afzalroq.

Qalayli tub konlar rudalari va qumlari faqat gravitatsiya usullari cho'ktirish, konsentratsion stolda, og'ir suspenziyalarda, shlyuzlarda va vintli separatorlarda boyitiladi.

Qalay saqlovchi sochma konlar rudalari nisbatan sodda gravitatsiya sxemalari bo'yicha boyitiladi. Bunday sxemalar odatda qumlarni dezintegratsiyalash va yuvish hamda ularni cho'ktirish mashinalari, konsentratsion stol va vintli separatorlarda boyitishni o'z ichiga oladi.

Birlamchi boyitish cho'ktirish mashinalarida amalga oshirilib, xomaki boyitma olinadi va uni qayta tozalash konsentratsion stollarda bajariladi.

Qalayli tub konlar rudalari murakkabroq sxema bo'yicha boyitiladi. Ikki bosqichda maydalangan ruda elash orqali uchta sinfga ajratiladi. Yirik sinflar (II va III) cho'ktirish mashinasiga tushadi va boyitma oraliq mahsulot va tashlab yuboriladigan chiqindi olinadi. Mayda sinf (I) gidravlik klassifikatsiyaga tushadi.

Oraliq mahsulotlar o'simtalar yuzasini ochish uchun qayta yanchiladi va ular ham gidravlik klassifikatsiyaga tushadi. Gidravlik klassifikatsiyaning xar qaysi sinfi alohida-alohida konsentratsion stollarda boyitiladi. Konsentratsion stollarning oraliq mahsulotlari tozalanadi. Barcha stollar tayyor mahsulot (boyitma) va chiqindi beradi.

Tozalash stollarining chiqindilari qayta yanchishdan so'ng avtomatik konsentratsion shlyuzlarga tushadi va ular ham tayyor boyitma va shlamlarni beradi. Shlamlar chiqindi saqlash omboriga jo'natiladi yoki qaytadan boyitiladi.

Bunday sxemalar bo'yicha olinadigan qalayli boyitmalar ular tarkibidagi qalayning miqdorini oshirish uchun qayta tozalanadi.

Qalayli boyitmalarni qayta tozalash usullari ularning moddiy va granulometrik tarkibi bilan aniqlanadi. Qayta tozalashda boyitmadan zararli qo'shimchalar chetlashtiriladi, natijada qalayning miqdori belgilangan chegaragacha ko'tariladi.

**Nazorat uchun savollar:**

1. Qalayning qaysi minerali sanoat ahamiyatiga ega?
2. Qalay konlari qaysi turlarga bo'linadi?
3. Qalayli rudalarda qalayning miqdori qancha?
4. Qalayli sochma konlar rudalari qaysi usulda boyitiladi?
5. Qalayli tub konlar rudalari qaysi usulda boyitiladi?
6. Qalayli boyitmalarga qanday talablar qo'yiladi?

## **III BOB. FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH**

### **3.1. Flotatsiya usulida boyitishning fizik - kimyoviy asoslari.**

**Flotatsiya usulida ajratishning mohiyati.** Flotatsiya–mineral zarrachalar yuzasining fizik–kimyoviy xossalardagi farqqa qarab boyitish usuli bo‘lib, mineral zarrachalar yuzasining suv bilan har xil ho‘llanish qobiliyatiga asoslanadi [1].

Suvli muhitda mayin tuyilgan holda mavjud bo‘lgan ayrim minerallarning zarrachalari suv bilan ho‘llanadi, ayrimlari esa suv bilan ho‘llanmaydi, balki suvdagi havo pufakchalariga ilashib, yuzaga qalqib chiqadi.

Shu bilan bir vaqtda boshqa minerallarning zarrachalari suv bilan ho‘llanib unda cho‘kadi yoki muallaq holda joylashadi.

Flotatsiya turli xildagi foydali qazilmalarni boyitishda keng ko‘lamda ishlatiladi. Qazib olingan rangli metallar rudalarining 90 % dan ko‘prog‘i–kamyob, qora, nodir metallar rudalari va nometall rudalar shu usulda boyitiladi. Flotatsiya usulini qo‘llash kambag‘al rudalarni hamda boshqa usullar bilan boyitilishi qiyin bo‘lgan rudalarni qayta ishlash imkoniyatini yaratadi. Masalan, flotatsiya usulini qo‘llab polimetall rudalardan qo‘rg‘oshinli, ruxli va misli boyitmalarni olish mumkin [1].

#### **Molekulalararo ta’sirlashish kuchi**

Ko‘pikli flotatsiya jarayonida 3 ta faza ishtirok etadi: qattiq (mineral), suyuq (suv) va gazsimon (havo).

Flotatsiya jarayonining mexanizmini tushunish uchun bu fazalar yuzalarining xossalari va bu fazalar chegaralarida sodir bo‘ladigan hodisalarni ko‘rib chiqamiz.

Suyuq va qattiq jismlarning yuza qatlamlari bu jismlarning ichida bo‘lmaydigan bir qator fizik–kimyoviy xossalarga ega.

Qattiq zarrachalarning yuzasi erkin energiyaning mavjudligi bilan xarakterlanadi. Qattiq jismlar yuza qatlamlarining atomlari (ionlari) suyuqlik molekularinikiga nisbatan ko‘proq tortishish kuchini sezadi.

Erkin yuza energiyasining kattaligi minerallar yuzasining tabiatini va uning suv hamda suvda erigan moddalar bilan tasirlashuv qobiliyatini xarakterlaydi. Bunday o‘zaro ta’sirlashuvlardan biri – minerallar yuzasining suv bilan ho‘llanishidir.

Mineral zarrachalar yuzasining suv bilan ho‘llanish hodisasi flotatsiya jarayonining fizik–kimyoviy omillaridan biri hisoblanadi.

Ho‘llanish darajasiga faqat mineral erkin yuza energiyasining kattaligi emas, balki suv ion va molekulalarining o‘zaro ta’sirlashuv energiyasi ham tasir qiladi [1].

Bir xil moddalar molekulalarining o‘zaro tortishishi (masalan, suyuqlikning) kogeziya deyiladi va suyuqlik ustunini ikkita shunday kesimdagi ustunga bo‘lish uchun sarflanadigan ish bilan xarakterlanadi.

Ikkita fazaning (masalan, suv va mineral) o‘zaro tortishishi adgeziya deyiladi hamda u ham shu fazalarni bo‘lish uchun sarflangan ishni fazalar ajralish yuzasining birligiga nisbati bilan xarakterlanadi. Adgeziya ishi ikkala faza yuza energiyalarning yig‘indisi minus fazalar chegarasidagi yuza energiyasiga teng:

$$W = \sigma_{s-g} + \sigma_{q-g} - \sigma_{s-q}$$

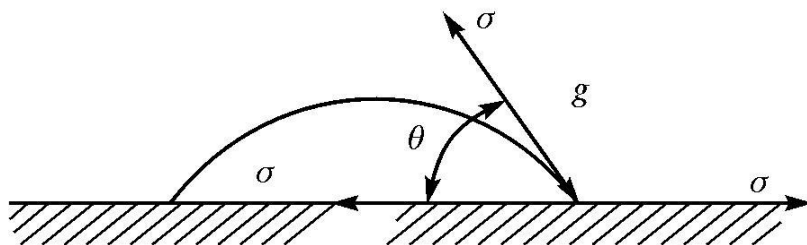
bu yerda,  $\sigma_{s-g}, \sigma_{q-g}, \sigma_{s-q}$  – tegishli ravishda suyuqlik–gaz, qattiq zarracha–gaz, suyuqlik–qattiq zarracha fazalari ajralish chegarasidagi yuza energiyasi.

Mineral zarrachaning yuzasi suv bilan ho‘llanishi uchun mineral va suv molekulalari orasidagi tortishish kuchi suv molekulalari orasidagi tortishish kuchidan katta bo‘lishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, mineral zarracha yuzasining ho‘llanishi uchun suv va mineral orasidagi adgeziya ishi suvning o‘zi uchun kogeziya ishidan ortiq bo‘lishi kerak.

Tabiiy minerallar suv bilan ho‘llanish qobiliyatiga qarab bir–biridan farq qiladi. Yuza suv bilan oson ho‘llanadigan minerallar (masalan, kvars, kalsiy) gidrofil minerallar, suv bilan yomon ho‘llanadigan minerallar esa (masalan, grafit, talk, molibden, xalkopirit) gidrofob minerallar deyiladi. Ko‘p minerallar esa oraliq holatni egallaydilar. Bir qator minerallar (masalan, sulfidli minerallar) gidrofilligining ortishi ular yuzasining oksidlanishi bilan bog‘liq. 25–rasmda mineral zarracha yuzasini havoli muhitda suv bilan ho‘llanishidagi sirt taranglik kuchlarining tasiri sxemasi keltirilgan.

Uch fazali ho‘llanish perimetriga Q–G va S–Q fazalari ajralish yuzasida hosil bo‘luvchi sirt taranglik kuchlari tasir etadi. S–G ajralish chegarasidagi sirt taranglik kuchlari ho‘llanish perimetriga havo pufakchasi (yoki suv tomchisi) yuzasida urinma bo‘ylab tasir etadi [1].

Uch fazali perimetrning istalgan nuqtasida havo pufakchasi yoki suv tomchisi yuzasiga o‘tkazilgan urinma va mineralning yuzasi orasidagi burchak chegaraviy ho‘llanish burchagi deyiladi.



**25–rasm.** Mineral zarracha yuzasining havoli muhitda suv bilan ho‘llanishidagi sirt taranglik kuchlarining ta’siri sxemasi

Qattiq jism yuzasining ho‘llanish darajasi miqdor jihatdan chegaraviy ho‘llanish burchagining kattaligi bilan baholanadi. Nazariy jihatdan chegaraviy burchak 0 dan  $180^\circ$  gacha o‘zgarishi mumkin. Birinchi holda mineral yuzasi suv bilan to‘liq ho‘llanadi (mineral absolyut gidrofil), ikkinchi holda esa suv tomchisi yoyilib ketmaydi va tomchi holda ushlanib turadi (mineral absolyut gidrofob).

Oxirgi hol amalda uchramaydi, chunki tabiatda absolyut gidrofob minerallar deyarli yo‘q. Absolyut gidrofob moddalarga simob va molibdenit yaqin.

Minerallarning flotatsiyalanishi ular yuzasining suv bilan ho‘llanish darajasiga bog‘liq. Mineral suv bilan qanchalik yomon ho‘llansa, havo pufagi uning yuzasidan suvni shuncha oson siqib chiqaradi, mineralga shuncha kuchli yopishadi va mineralni yuzaga olib chiqadi.

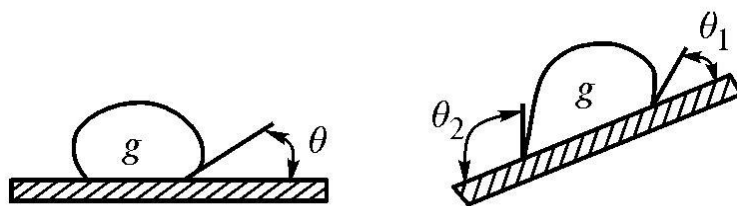
Mineral zarrachani havo pufakchasiga yanada mustahkamroq yopishishi kattaroq chegaraviy ho‘llanish burchagi bilan xarakterlanadi.

Chegaraviy ho‘llanish burchagi turli minerallar uchun keng chegarada o‘zgarishi mumkin va tabiiy gidrofil kvarsda  $0^\circ$  atrofida, toshko‘mirda  $60\text{--}90^\circ$ , talkda  $70\text{--}90^\circ$ , oltingugurtda  $85\text{--}90^\circ$ , sulfidlarda  $75\text{--}85^\circ$  ni tashkil qiladi.

Mineral zarracha yuzasining suv bilan ho‘llanishi ho‘llanish gisterezisi hodisasi bilan bog‘liq. Agar havo pufakchasi mineralning gorizontal yuzasida joylashgan bo‘lsa, muvozanatdagi chegaraviy ho‘llanish burchagi hosil bo‘ladi. Mineral zarracha yuzasi egilganda pufakchanning birikish perimetri bir qancha vaqtga qo‘zg‘almas va qiymat jihatdan o‘zgarishsiz qolishi mumkin, chegaraviy ho‘llanish burchagining qiymati esa o‘zgaradi.

Bunda oqib tushuvchi burchak muvozanatdagidan katta yig‘ilgan (halqob bo‘lgan) burchak esa muvozanatdagidan kichik.

Ho‘llanish perimetri siljishidagi kechikish ho‘llanish gisterezisi deyiladi (26-rasm).



**26-rasm.** Ho‘llanish gisterezisi hodisasi

Ho‘llanish gisterezisi qattiq yuzaning silliqmasligi va hosil bo‘ladigan ishqalanish kuchlari tufayli yuzaga keladi deb hisoblanadi. Mineral zarracha yuzasi qanchalik g‘adir–budir bo‘lsa, ho‘llanish gisterizisi shuncha katta va zarrachaning flotatsiyalanishi shuncha yaxshi bo‘ladi.

Mineral zarracha yuzasining suv bilan ho‘llanishi, shuningdek, gidratatsiya hodisasi bilan ham bog‘liq.

Suv molekulasini umuman olganda neytral bo‘lishiga qaramay, unda musbat va manfiy qutblar mavjud va u dipol momentiga ega. Bu suv molekulasida elektr maydoni bor degan ma‘noni bildiradi. Shuning uchun, agar polyar suv molekulasining yaqinida boshqa molekula joylashsa, u shu elektr maydonining ta‘sirini sezadi. Suv yuqori dipol momentiga ega bo‘lgani sababli, ko‘p moddalar suv dipollarining tasiri ostida ionlarga dissotsiyalanadi, eriydi va gidratlanadi. Ionlar atrofida suv dipollarining zichlashgan qatlami hosil bo‘ladi [1].

Bu hodisalar natijasida mineral zarrachaning yuzasida suv molekulalarining yo‘naltirilgan yupqa qatlami hosil bo‘ladi va u gidrat qatlam deyiladi. Suv molekulasini mineralga dipolning mineral zarracha yuzasi zaryadiga teskari zaryadning uchi bilan yo‘naltiriladi. Yo‘naltirilgan suv molekulasining birinchi qatlami boshqa qatlamlar molekulalarining yo‘nalishini belgilaydi. Yo‘naltirilgan gidrat qatlamining qalinligi  $10^{-9} - 10^{-8}$  m dan oshmasligi kerak. Gidrat qatlamda suv molekulalari mineral zarracha yuzasi bilan mustahkam bog‘langan.

Flotatsiya jarayonida minerallashgan havo pufakchalari hosil bo‘ladi, yani ularga ko‘p sonli mineral zarrachalar yopishadi.

Havo pufakchalarining minerallashishi uch bosqichda amalga oshiriladi: havo pufakchasi va mineral zarrachaning yaqinlashishi; ular orasidagi yupqa qatlamning uzilishi; zarrachaning havo pufakchasiga mahkamlanishi.

Mineral zarrachaning havo pufakchasiga yaqinlashishi ko‘pincha pufakchanning pastdan yuqoriga harakatlanishida va zarrachaning pastga tushishida yoki pufakcha katta tezlikda ko‘tarilayotganda pufakcha va zarrachaning yuqoriga harakatlanayotganida sodir bo‘ladi.

Mineral zarracha havo pufakchasi bilan yaqinlashganda ular orasidagi suv qatlami asta–sekin yupqalashib boradi. Suv qatlamining mustahkamligi mineral yuzasining ho‘llanishiga bog‘liq. Agar mineral yuzasi yomon ho‘llansa, chegaraviy suv qatlami mustahkam emas va zarracha hamda pufakcha yaqinlashganda u qalinligi bir necha molekulaga teng yupqa suv pardasi qoldirib uziladi. Bunday parda mineral zarrachaning havo pufakchasiga yopishishiga to‘sqinlik qilmaydi.

Suv chegaraviy qatlamining uzilishi juda tez sodir bo‘ladi va mineral zarracha havo pufakchasi bilan to‘qnashib, unda mahkamlanadi, hamda uch fazali ho‘llanish perimetri va chegaraviy ho‘llanish burchagi hosil bo‘ladi. Chegaraviy ho‘llanish burchagi asta–sekin kattalashib boradi va muvozanat qiymatiga erishadi.

Mineral zarracha va havo pufakchasi yaqinlashganda suv qatlami  $\sigma$  ning erkin energiyasi o‘zgaradi (27–rasm). Ular to‘qnashguncha yaqinlashganlarida (suv qatlamining qalinligi  $h_1$  dan  $h_2$  gacha kamayadi) suvni uzoqlashtirish sistema erkin energiyasini o‘zgartirmasdan mineral zarracha va pufakcha kinetik energiyasining zahirasi ta’sirida oson sodir bo‘ladi (a-b oraliq) [10].

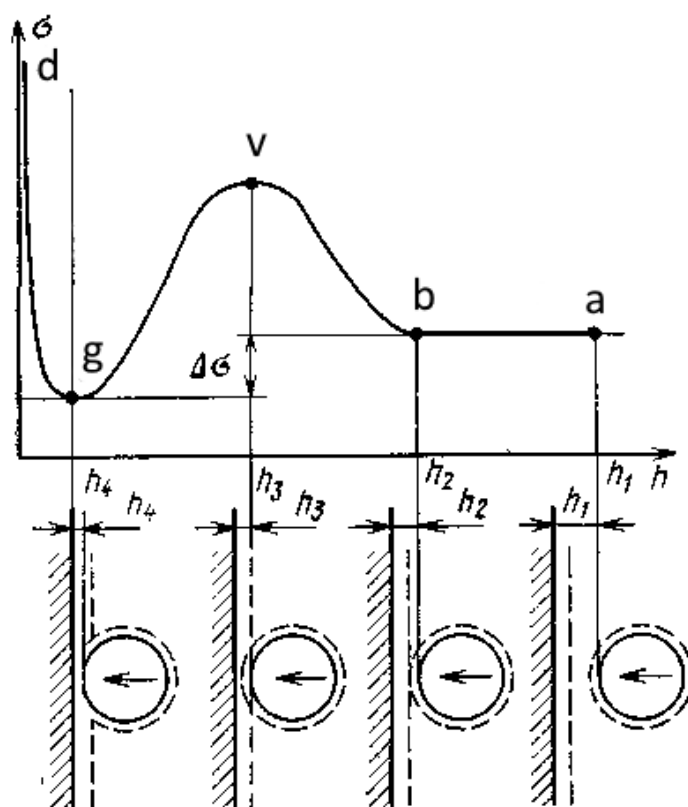
Zarracha va pufakchaning undan keyingi yaqinlashishida suv pardasi yupqalashadi, ular gidrat qatlamlarining to‘qnashishi sodir bo‘ladi, muhitning yaqinlashishga qarshiligi ortadi. Bu maydonda gidrat qatlam qalinligining  $h_2$  dan  $h_3$  ga kamayishi qalin gidrat qatlami molekulalarini surishga sarflanadigan ish bilan kuzatiladi. Bu ish sistemaning qo‘shimcha erkin energiyasi zahirasi ga aylanadi (26-rasm).

Bu vaqtda mineral zarracha yuzasi va havo pufakchasi orasidagi o‘zaro tortishish kuchi hosil bo‘ladi, erkin energiya zahiraning kamayishi bilan kuzatiladigan gidrat qatlamning uzilishi sodir bo‘ladi (v-g maydon).

Keyingi, zarrachaning havo pufagiga yopishishi katta tezlikda o‘z–o‘zidan amalga oshadi. Pufakcha sakrab o‘tishga o‘xshab zarrachaga yopishadi va uch fazali ho‘llanish perimetri hosil bo‘ladi.

Qoldiq gidrat qatlami molekulyar o‘lcham  $h_4$  ga ega va termodinamik jihatdan barqaror hisoblanadi. Uni yo‘qotish uchun tashqaridan katta miqdorda energiya sarflash kerak (g-d maydon).





**27-rasm.** Mineral zarracha yuzasi va havo pufakchasining yaqinlashishida suv qatlami erkin energiyasining o‘zgarishi

Mineral zarrachaning pufakchaga yopishishi natijasida erkin yuz energiyasining kamayishi mineral zarracha yuzasidan suv gidrat qatlamini siqib chiqarishga sarflanadigan ishga teng.

Shunday qilib, mineral yuzasi qanchalik gidrofob (ho‘llanish burchagi qancha katta) bo‘lsa, mineralning havo pufagiga yopishishi shuncha mustahkam bo‘ladi.

Flotatsiyani uning tezligi, ya‘ni jarayonning mineral zarracha malum bir miqdorda ajralishga erishadigan vaqti bilan baholanadi.

Flotatsiyaning ma‘lum vaqt oralig‘idagi o‘rtacha tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$V_{yp} = \frac{\varepsilon}{t}$$

bu yerda,  $\varepsilon$ -qimmatbaho mineralning  $t$ - vaqt mobaynida boyitmaga ajralishi, %

### **Kimyoviy bog‘lanish turlari**

Shu vaqtgacha biz yuzasi suv bilan tabiiy ravishda ho‘llanmaydigan minerallarning flotatsiyalanishi haqida so‘z yuritdik. Biroq, flotatsiya

usulida boyitishning keng tarqalgani shu bilan tushuntiriladiki, mineral zarracha yuzasining xossalari sun'iy ravishda o'zgartirilishi, ya'ni gidrofil yoki gidrofob qilinishi mumkin [2].

Ikki faza ajralish chegarasida muvozanatlashmasdan qolgan kuchlar suvda erigan moddalarning ion yoki molekulalarini tortish xususiyatiga ega.

Adsorbsiya moddaning ikki faza ajralish chegarasidagi konsentratsiyasini shu moddaning hajmdagi konsentratsiyasiga nisbatan ortishiga olib keladi. Flotatsiya uchun bo'tananing suvli qismida erigan moddalarning mineral yuzasida adsorbsiyalanishi ko'proq ahamiyatga ega.

Mineral yuzasini suv bilan ho'llanish darajasini kamaytirish uchun uning yuzasida suv molekulalarining tortishish kuchiga qarshilik ko'rsatuvchi kimyoviy moddalarni adsorbsiyalash kerak.

Bunday moddalar polyar, apolyar va geteropolyar moddalarga bo'linadi.

Polyar moddalar yuqori kimyoviy faollikka ega. Ular suvda yaxshi eriydi, ionlarga dissotsiyalanadi, elektr tokini o'tkazadi, katta yuza energiyasiga ega.

*Polyar* moddalarga misol tariqasida noorganik kislotalarni, tuzlarni keltirish mumkin.

*Apolyar* moddalar buning aksicha, kam kimyoviy faollikka ega, uncha katta bo'lmagan yuza energiyasini saqlaydi, suvda yomon eriydi va ho'llanmaydi. Ularga mineral yog'lar, moylar va boshqa organik birikmalar kiradi.

*Geteropolyar* birikmalar bir vaqtning o'zida ham polyar, ham apolyar xossalarga ega. Geteropolyar moddalarning molekulalari ikki qismdan tashkil topgan. Molekulaning polyar qismi kimyoviy faol birikma hisoblanib, suvda yaxshi eriydi va suv bilan ho'llanadi. Molekulaning apolyar qismi esa boshqa moddalar bilan kuchsiz tasirlashadi, suvda kam eriydi va suv bilan ho'llanmaydi. Masalan, etil spirti  $C_2H_5OH$  molekulasining polyar qismi  $C_2H_5$  bo'lsa,  $OH$ -guruh apolyar qismi hisoblanadi [1].

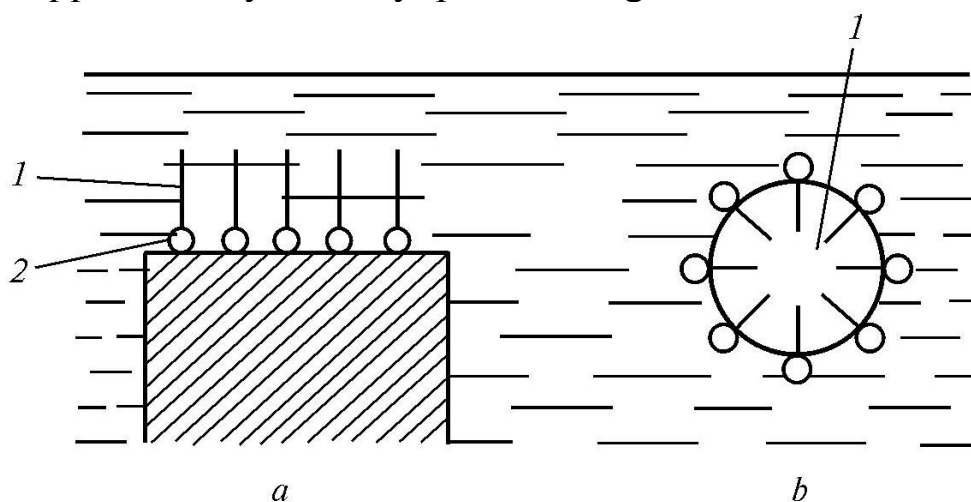
Agar geteropolyar moddani suv-havo ajralish chegarasida joylashtirilsa, uning molekulalari quyidagicha joylashadi: molekulaning faol polyar qismi suv tomonga, apolyar qismi esa – havo tomonga yo'nalgan bo'ladi. Shunday qilib, havo suv yuzasi bilan emas, balki molekulaning apolyar uchi qatlami bilan chegaradosh bo'ladi (yuqoridagi misolda etil spirtining apolyar  $OH$ -guruhi bilan).

Ikki faza chegarasida erkin yuza energiyasi (sirt tarangligi) ni kamaytiruvchi kimyoviy moddalar sirt–faol moddalar (SFM) deyiladi.

Suv yuzasida adsorbsiyalangan modda pardasining hosil bo‘lishi erkin yuza energiyasining kamayishiga olib keladi, chunki apolyar modda – havo chegarasidagi muvozanatlashmagan kuchlar suv–havo chegarasidagiga nisbatan kichik.

Shunga o‘xshash jarayonlar mineral zarracha yuzasida ham ketadi. (28–rasm). Agar mineral yuzasida geteropolyar modda molekulari adsorbsiyalansa, molekular polyar qismi 2 bilan mineral tomonga, apolyar qismi 1 bilan tashqariga yo‘nalsa, mineral yuzasining ho‘llanishi keskin kamayadi va u havo pufakchasiga yopishish va qalqib chiqish qobiliyatiga ega bo‘ladi [1].

Flotatsiya ko‘p sonli havo pufakchalari bilan to‘yingan bo‘tanada amalga oshiriladi. Bunday bo‘tana aeratsiyalangan bo‘tana deyiladi, havo pufaklarining hosil bo‘lish jarayoni esa bo‘tanani aeratsiyalash deyiladi. Aeratsiyalangan bo‘tana hosil qilish uchun havo mayda zarrachalarga bo‘linadi, bo‘tanaga suv–havo chegarasida adsorbsiyalana oluvchi geteropolyar modda kiritiladi, bu bilan havo pufakchalarining yuzaga qalqib chiqqanidan keyin ham yopishishining oldi olinadi.



**28-rasm.** Suv–mineral zarracha (a) va suv–havo (b) chegarasida geteropolyar molekularning adsorbtsiyalanishi

Shunday qilib, geteropolyar moddalar molekularining suv–havo chegarasi yuzasida adsorbsiyalanishi suvda mayda havo pufaklarining va bo‘tana yuzasida barqaror ko‘pikning hosil bo‘lishiga yordam beradi.

Flotatsiyada bo‘tana orqali o‘tuvchi havo pufakchalari minerallarning ma‘lum massasini ko‘tara oladi. Masalan, 1 m<sup>3</sup> havoni

maydalashda hosil boʻladigan 0,8 mm li havo pufakchasi zarrachalarining oʻlchami 30 mkm boʻlgan 840 kg atrofidagi galenitni flotatsiyalay olishga qodir [10].

Shunday qilib, flotatsiya quyidagi ketma–ketlikda boradi:

– flotatsion reagentlar yordamida bir xil reagentlarning havo pufakchasiga yopishishi, boshqa minerallarning esa buning aksicha, ularga yopishishining oldini olish uchun sharoit yaratiladi;

– boʻtanaga tushadigan havoni maydalash natijasida koʻp sonli mayda pufakchalar hosil boʻladi;

– mineral zarrachalar havo pufakchalari bilan toʻqnashib suv–havo ajralish chegarasida minerallashgan pufakchalar hosil qilib birikadi;

– minerallashgan pufaklar koʻpik qatlami hosil qilib, boʻtananing yuziga qalqib chiqadi;

– minerallashgan koʻpik boʻtana yuzasidan tushirib olinadi.

Odatda foydali minerallar koʻpikka oʻtadi, puch togʻ jinslarining minerallari esa boʻtanada qoladi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?

2. Flotatsiya jarayonida toʻplovchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

3. Flotatsiya jarayonida soʻndiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

4. Flotatsiya jarayonida faollashtiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

## **3.2. Flotatsion reagentlarning klassifikatsiyasi va qoʻllanilishi**

**Flotatsiya jarayonida ishlatiladigan reagentlar.** Flotatsion reagentlar – flotatsiya usuli bilan mineral zarrachalarni saralashda yuqori tanlovchanlikni, barqarorlikni, samaradorlikni va flotatsiya jarayonini tezlashtirishni taʼminlovchi moddalardir [1].

Flotoreagentlarning tarkibi xilma-xil boʻlib, ularning vazifasi ham turlichadir. Flotoreagentlar vazifalariga qarab uch toifaga boʻlinadi:

**Toʻplovchilar** (yigʻuvchilar) – maʼlum mineral zarrachalar yuzalari bilan tanlab reaksiyaga kirishib (taʼsir etib), ularni suv yuqmasligini oshiruvchi organik moddalardir. Suv yuqmasligi (gidrofobligi) oshgan

mineral zarracha havo pufakchaga yopishib, dastgohning yuqori qismiga ko'tarilib chiqadi va ko'pik holda to'planadi.

**Ko'pik hosil qiluvchilar** - suv-havo chegara sirtlarida to'planib, havo pufakchalarini mayda (dispers) holda ushlab turuvchi va bu mayda pufakchalarni bir-biriga qo'shilib yiriklashiga to'sqinlik qiluvchi, sirt faol moddalardir. Ko'pik hosil qiluvchilar o'zlariga minerallarni yopishtirib olib bo'tana yuzasiga ko'tarilayotgan pufakchalarni mustahkamligini, barqarorligini oshirishga xizmat qiladi [2; 10].

**Moslovchilar.** Bu toifadagi reagentlar faqat ko'pikka o'tishi kerak bo'lgan mineral yuzalarini yig'uvchi reagentlar bilan reaksiyaga kirishiga tayyorlab beruvchi va jarayonni tanlovchanligini oshirishga xizmat qiluvchi moddalardir. Moslovchi reagentlar o'z navbatida faollashtiruvchi, taziqlovchi va muhitni sozlovchi guruhlarga bo'linadilar.

Mineral yuza va havo pufakchalariga reagentlarni yopishib olishi so'rilish (sorbsiya) hodisasi negizida yuz beradi. So'rilish jarayoni fizikaviy yoki kimyoviy bo'lishi mumkin. Fizikaviy va kimyoviy sorbsiyalarni o'zaro umumiyliigi va bir-biridan farqi bo'lib, suvda erigan reagentlarni qattiq faza yuzasiga so'rilishi (adsorbsiya) fizikaviy so'rilishdan kimyoviy so'rilishga yoki kimyoviy so'rilishdan fizikaviy so'rilishga o'tib turishi mumkin.

Fizikaviy va kimyoviy so'rilishning umumiyliigi shundan iboratki, jarayonlar o'z-o'zidan amalga oshadi va sistemaning erkin energiyasini kamayishi, ya'ni jarayon ma'lum miqdorda issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi.

Fizikaviy va kimyoviy so'rilishning bir-biridan farqi shundan iboratki, fizikaviy so'rilishda yutiluvchi modda bilan yutuvchi moddani (qattiq jism durlik panjarasini) ikkita alohida sistema deb qaraladi, chunki bunda elektron almashuv jarayoni bo'lmaydi. Yutiluvchi moddani qattiq jism durlik panjarasiga o'rtnashib olishi molekulalararo tortishish kuchi hisobiga yuz beradi.

Kimyoviy so'rilishda esa, energiyaga nisbatan yutiluvchi va yutuvchi moddalarni butun bir sistema deb qarash mumkin, chunki bunda elektron almashuv hodisasi yuz beradi [10].

Qo'shimcha qilib, quyidagilarni aytish mumkin:

1) Fizikaviy so'rilishda ajralib chiqqan issiqlik miqdori ozroq, mutanosib ravishda kuchsiz bog'lanish bo'ladi (qattiq faza yuzasiga so'rilgan reagentni suv bilan osongina yuvib tashlash mumkin). Qattiq faza yuzasida reagent teng tarqalgan.

2) Kimyoviy so‘rilishda esa, issiqlik ko‘proq ajralib chiqadi, kuchli kimyoviy bog‘ hosil qiladi, yuqori tanlovchanlikka ega. Reagent oldin qattiq zarrachaning faol joylarga o‘rnashadi. Faol joylar to‘lgandan keyingina, boshqa joylarga o‘rnashishi mumkin.

3) Fizikaviy so‘rilish juda tez o‘tadi va haroratga unchalik bog‘liq bo‘lmaydi. Kimyoviy so‘rilishning tezligi esa haroratga bog‘liq bo‘ladi.

Reagentlarning suvli eritmaları minerallar bilan quyidagicha kimyoviy reaksiyaga kirishadi:

**Kimyoviy so‘rilish (xemosorbsiya).** Kimyoviy so‘rilishda alohida fazaga ega bo‘lmagan kimyoviy birikma hosil bo‘ladi, bunda reagent, mineral durlik panjarasining to‘yinmagan bog‘lariga so‘riladi va qattiq faza yuzasida monomolekulyar xarakterga ega bo‘lgan birikma hosil qiladi. U qattiq faza bilan bir butun kompleks holda mavjud bo‘ladi.

**Geterogen kimyoviy reaksiya.** Bu xemosorbsiya jarayonining hajmiy ko‘rinishi bo‘lib, oldin reagent qattiq fazaga yutiladi, so‘ngra kimyoviy reaksiya sodir bo‘ladi. Reaksiya natijasida mineral yuzasida yangi hosil bo‘lgan birikmadan iborat va alohida faza hisoblanuvchi ko‘p qavatli qoplama hosil bo‘ladi, bu esa mineral zarrachani suv yuqmasligini oshiradi.

**Kimyoviy yutilish (adsorbsiya)** – xemosorbsiya so‘zi bilan bir xil ma‘noni bildiradi.

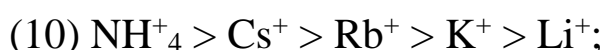
Elektrolitlarning suvli eritmalarini mineralga ta‘sir qilishi kimyoviy yutilishga kiradi. Kimyoviy yutilishni molekulyar, ionli, almashuvchi va xos kabi turlari bor.

Molekulyar yutilishda qattiq jism eritmadan ekvivalent miqdorda anion va kationlarni yutadi. Shuning uchun uni elektr betarafliqi qolib, potentsiallar farqi hosil bo‘lmaydi. Yutilishning bu turi kuchsiz elektrolitlarga (kam dissotsialanuvchi moddalarga) xosdir.

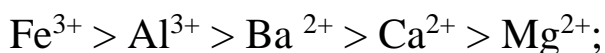
Agar eritma kuchli elektrolitdan iborat bo‘lsa, (masalan, NaCl) qattiq faza yuzasiga aytaylik imtiyozli kation so‘rilgan bo‘lsa, elektr betaraflikni saqlab qolish uchun albatta anion ham so‘rilishi kerak. Bu ionli yutilish turiga kiradi. Ionlarni qattiq faza yuzasiga imtiyozli yutilishi ion zaryadiga, gidratlanishiga va yutilish natijasida hosil bo‘lgan birikmaning eruvchanligiga bog‘liq.

Ionlarni qattiq faza yuzasiga yutilish tartibi quyidagicha:

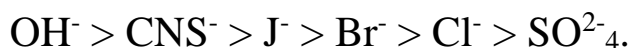
Bir valentli ionlar uchun:



Yuqori valentli ionlar uchun:



Anionlar uchun:



Almashuvchi yutilishda, eritmadan qattiq faza yuzasiga qanday ishorali ion yutilsa, xuddi shunday ishorali ion ekvivalent miqdorda qattiq fazadan eritmaga o'tadi.

Xos yutilish eritmadan qattiq faza yuzasiga imtiyozli ravishda faqat kation yoki anion yutilsa, u holda qattiq fazani elektroneytralligi buziladi va potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Bu esa o'z navbatida qo'sh elektr qavati hosil bo'lishiga olib keladi.

Suv-havo fazalari chegara sirtida (pufakchada) erkin sirt energiyasini hosil qiluvchi suv molekulalarining monomolekulyar qatlamidir.

Suvga sirt faol modda (SFM) qo'shilsa, u fizikaviy adsorbsiya natijasida suv-havo fazalari chegarasida to'planadi va pufakchadagi erkin sirt energiyasini kamaytirishga olib keladi.

SFM molekulalari fazalar chegara sirtida ma'lum yo'nalishga ega molekulalardan tashkil topgan, to'yingan adsorbsion qatlam hosil qiladi. Ma'lumki, sirt faol moddalar molekulalari qutblangan (polyar) va qutblanmagan (apolyar) guruhlardan iborat. Suv dipollari SFMning qutblangan guruhlari bilan birikadi, qutblanmagan uglevodorod guruhi bilan birikmasdan, ularni havo fazasiga yo'naltirishga harakat qiladi.

Qutblangan guruhlar suv bilan ta'sirlanib, gidratlanadi. Qutblangan guruhlarni suv dipollari qurshab olib, ular atrofida o'ziga xos sinch hosil qiladi va chegara sirtidagi adsorbsion qatlama qattiqlik va mustahkamlik beradi.

Tarkibida SFM bo'lgan pufakchalar oldin yig'uvchilar yordamida suv yuqmasligi oshirilgan mineral zarrachalarni o'zlariga yopishtirib olish qobiliyatiga ega, shuningdek zarrachalarni yopishish tezligini va mustahkamligini oshiradi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonida to'plovchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonida so'ndiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
4. Flotatsiya jarayonida faollashtiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

5. Flotatsiya jarayonida ko‘pik xosil qiluvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

### 3.3. To‘plovchi reagentlar, ularning vakillari

**To‘plovchi reagentlar.** To‘plovchilar mineral zarracha yuzasida adsorbsiyalanib, uni suv bilan qo‘llanish xususiyatini kamaytiruvchi va havo pufakchalariga yopishishini osonlashtiruvchi organik birikmalar hisoblanadi.

Molekulasining tuzilishiga qarab to‘plovchilar geteropolyar va apolyar to‘plovchilarga bo‘linadi. Ko‘pgina to‘plovchilar sirt–faol geteropolyar birikmalaridan iborat [1].

Apolyar to‘plovchilar uglevodorodlardan tashkil topgan bo‘lib, ular suvda deyarli erimaydilar, ionlarga dissotsiyalanmaydilar va mineral zarracha yuzasi bilan kimyoviy ta’sirlashmaydilar. Apolyar to‘plovchilarning ta’sir qilish mexanizmi ularni mineral zarracha yuzasida Van–der–Vals kuchlari hisobiga molekular shaklida o‘rnashishidan iborat (molekulyar adsorbsiya). Molekulyar adsorbsiya fizik adsorbsiya hisoblanib, adsorbsiyalanuvchi, modda (reagent) bilan mineral orasida molekulyar (elektrostatik) bog‘lanish kuchlari ta’sir etadi [2; 10].

Fizik adsorbsiyada reagent mineralning kristal panjarasiga kirmasdan, ularning yuzasida tekis taqsimlanadi. Shunday qilib, apolyar to‘plovchilar tanlash xususiyatiga ega emas. Ularning tanlashi shundan iboratki, ular faqat tabiiy gidrofob minerallar yuzasida yoki avvaldan gidrofoblangan minerallar yuzasida o‘rnashib, suv bilan ho‘llanmaslik xususiyatini oshiradi. Shuning uchun apolyar to‘plovchilar ko‘mir, talk, grafit kabi tabiiy gidrofob foydali qazilmalarni flotastiyasida qo‘llaniladi.

Apolyar to‘plovchilar sifatida ko‘pincha kerosin, transformator va mashina yog‘lari, smolalar, ko‘mir, slanes, torfni haydash mahsulotlari ishlatiladi.

Flotastiyada ishlatiladigan ko‘pchilik to‘plovchilar polyar va apolyar guruhlardan tashkil topgan geteropolyar molekula tuzilishiga ega. Bunday tuzilishga ega to‘plovchilarning tipik vakili – natriy oleatidir  $C_{17}H_{33}COONa$ . Uning apolyar guruhi uglevodorod radikali R ( $C_{17}H_{33}$ ) dan iborat bo‘lib, u gidrofob, polyar qismi esa atomlarning  $-COONa$  guruhidir.

Geteropolyar to‘plovchilarning mineral yuzasi bilan ta’sirlashuv mexanizmi yuqorida ko‘rib o‘tilgan apolyar to‘plovchilarnikidan tubdan farq qiladi. Geteropolyar to‘plovchilarning mineral yuzasida



adsorbsiyalanishida polyar guruh mineral yuzasiga tomon yoʻnalib, u mustahkam kimyoviy birikma hosil qilib oʻzaro taʼsirlashadi. Apolyar guruhi esa suv fazasi tomonga yoʻnalib, gidrofob boʻlganligi sababli mineral yuzasini gidrofoblab, uni havo pufakchasiga yopishishini taʼminlaydi.

Shunday qilib, bu holda toʻplovchining mineral yuzasida mahkamlanishi kimyoviy adsorbsiya tufayli sodir boʻladi. Kimyoviy adsorbsiyaning mohiyati shundan iboratki, toʻplovchi reagent suvda ionlarga dissotsiyalanadi va mineral yuzasida reagentning anioni yoki kationini mahkamlanadi, yaʼni mineral bilan reagent orasida mustahkam kimyoviy bogʻ hosil boʻlib, uning hisobiga yangi kimyoviy birikma hosil boʻladi. Bu birikma mineral atomlari bilan mustahkam bogʻga ega va uni minerallarning kristall panjarasi bilan bir butun deb hisoblash mumkin.

Suvli muhitda dissotsiyalanish qobiliyatiga qarab geterogen toʻplovchilar ikki guruhga boʻlinadi: suvda anion va kationga dissotsiyalanuvchi ionogen hamda suvda erimaydigan noionogen.

Mineral yuzasida adsorbsiyalanuvchi molekula faol qismi zaryadining ishorasiga qarab, geteropolyar toʻplovchilar anionli va kationli toʻplovchilarga boʻlinadi. Agar gidrofoblovchi ion anion boʻlsa, bu toʻplovchi anionli toʻplovchi, agar kation boʻlsa, kationli toʻplovchi deyiladi. Anionli toʻplovchilar sulfgidril va oksigidril toʻplovchilarga boʻlinadi. Oksigidril toʻplovchilarda molekula polyar qismining kationi kislorod bilan sulfgidril toʻplovchilarda esa oltingugurt bilan bogʻlangan.

Oksigidril toʻplovchilarga yogʻ kislotalari va ularning sovunlari, alkilsulfatlar, alkil va arilsulfonatlar kiradi. Sulfgidrillarga esa ksantogenatlar, merkaptanlar, ditiofosfatlar va h.k. lar kiradi.

**Yogʻ kislotalari va ularning sovunlari.** Toʻplovchilarning bu guruhiga texnik olein kislotalari, natriyli sovun (natriy oleati), sulfatli sovun, talliy yogʻi, oksidlangan kerosin va h.k. lar kiradi.

Olein kislotalari 14°C da quyushuvchi suyuqlik. Shuning uchun uni muzlatganda organik erituvchi (kerosin) qoʻshiladi yoki boʻtana qizdiriladi. Olein kislotalari tanqis va qimmat reagent hisoblanadi, amalda uning oʻrnini bosuvchi talliyli yoki sulfatli yogʻ, naften kislotalari va h.k. lar ishlatiladi.

Yogʻ kislotalari jarayonga suvli emulsiya holida beriladi va kalsit  $\text{CaCO}_3$ , flyuorit  $\text{CaF}_2$ , sheelit  $\text{CaWO}_4$ , barit  $\text{BaSO}_4$  va h.k. larni yaxshi flotatsiyalaydi.

Yogʻ kislotalarining sovunlari yogʻ kislotalarni ishqorlar, metal karbonatlari yoki ularning oksidlari bilan neytrallab olinadi. Metallarning

sovunlari suvda yog' kislotalarga nisbatan yaxshi eriydi va shu sababli jarayonga suvli eritma holida beriladi.

**Alkilsulfat, alkil va arilsulfonatlar.** Sulfat kislotaning spirtlar bilan o'zaro ta'sirlashuvidan sulfat kislotaning murakkab efiri–alkilsulfat kislota hosil bo'ladi. Ishqoriy metallarning alkilsulfat kislota tuzlari alkilsulfonatlar deyiladi.

Sulfat kislota uglevodorodlar bilan ta'sirlashganda suv va sulfokislota hosil bo'ladi va ularning tuzlari alkil– va arilsulfonatlar deyiladi. Alkilsulfatlarning molekulasida kislota qoldig'ining oltingugurt atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan–to'g'ri bog'langan ( $R-SO_3Me$ ), sulfonatlarda esa kislorod orqali bog'langan ( $R-O-SO_3Me$ ).

To'plovchilarning bu guruhi fizik–kimyoviy xossalari bo'yicha bir–biriga yaqin, suvda yaxshi eriydi, suvli eritmalarida ionlarga to'liq dissotsiyalanadi. Ular baritli, berilliyli, xromli va boshqa minerallarning, hamda sheelit–baritli boyitmalarning flotastiyasida ishlatiladi. Bu reagentlar bir vaqtning o'zida ko'pik hosil qiluvchilar vazifasini ham bajaradi.

Alkilsulfatlar – va arilsulfonatlarga nisbatan ancha kuchli to'plovchilar hisoblanadi.

Og'ir rangli metallar va nodir metallar rudalarini boyitishda sulfidril to'plovchilar (ksantogenatlar, ditiofosfat, merkaptanlar va boshqalar) keng qo'llaniladi.

**Ksantogenatlar-** ksantogen kislotaning tuzlaridan iborat bo'lib, umumiy  $R-O-C-S_2Me$  formulaga ega [1].

Ksantogenatning nomi ksantogenatdan olingan spirt bilan metalning nomidan hosil qilinadi. Masalan  $C_4H_9 \cdot O \cdot CS_2K$  ksantogenati kaliyning butil ksantogenati deyiladi.

Butil ksantogenatidan tashqari kaliyning etil ksantogenati  $C_2H_5OCS_2K$ , propil ksantogenati  $C_3H_7OCS_2K$  ham keng ishlatiladi. Ulardan tashqari natriy ksantogenatlari ham qo'llaniladi [1].

Ksantogenatlar kristall tuzilishga ega bo'lib, zichligi 1300–1700  $kg/m^3$  ga teng oq yoki sarg'ish–oq rangga ega qattiq moddalar hisoblanadi.

Ksantogenatlar odatda kuchsiz ishqoriy muhitda 2–5 % li suvli eritma ko'rinishida ishlatiladi.

**Ditiofosfatlar.** Ba'zi rangli metallar sulfidli rudalarning flotastiyasida ksantogenatlar bilan bir qatorda diaril va dialkilditiofosfor kislota va ularning tuzlari ham ishlatilib, ular jahon amaliyotida aeroflotlar nomi bilan yuritiladi.

Ditiofosfatlar zichligi  $600 \text{ kg/m}^3$ , kuchli vodorod sulfid hidiga ega to‘q yashil rangli suyuqlik, flotatsiya amaliyotida ularning orasida eng ko‘p ishlatiladiganlari krezil, ksilenolli, sodali va etil ditiofosfatlardir.

**Merkaptanlar.** Kimyoviy jihatdan merkaptanlar molekulasidagi OH–gidroksil guruhi SH–sulfidril guruh almashtirilgan spirtlar yoki fenollar hisoblanadi. Ularning umumiy formulasi R–SH(Me). Radikalning nomlanishiga bog‘liq holda merkaptanlar etilmerkaptan, fenilmerkaptan va h.k. deb nomlanadi. Merkaptanlar uncha ko‘p ishlatilmaydi, suvda kam eriydi, kuchli qo‘lansa hidga ega [1].

Kationli to‘plovchilar vodorod atomi qisman yoki to‘liq uglevodorod radikaliga almashgan ammiakning hosilalari hisoblanadi. Kationli to‘plovchilar aminlar hoida namoyon etiladi. Aminlar birlamchi  $\text{RNH}_2$ , ikkilamchi  $\text{R}_2\text{NH}$  va uchlamchi  $\text{R}_3\text{N}$  aminlarga bo‘linadi.

Aminlar nometall foydali qazilmalarni, oksidlangan sulfidli va kamyob metalli rudalarning flotatsiyasida qo‘llaniladi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya jarayonida to‘plovchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonida so‘ndiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonining texnologik ko‘rsatkichlariga nimalar kiradi?
4. Mineral zarra yuzasining ho‘llanishi deganda nima tushuniladi?
5. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
6. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo‘shiladi?

#### **3.4. Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar, ularning vakillari**

**Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar.** Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlarning asosiy vazifasi flotatsiyalanuvchi mineral zarrachalar yopishib olgan havo pufakchalarini mustahkamligini oshirish, pufakchalarni bir-biriga qo‘shilib ketishidan asrash, bo‘tanada havo pufakchalarini bir o‘lchamda ushlab turish va pufakchalarni harakat tezligini kamaytirishdan iboratdir.

Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar sirt faol moddalar (SFM) bo‘lib, suv-havo chegara sirtlariga o‘z-o‘zidan shimilish (adsorbsiyalanib), sirt

energiyasini kamaytirish qobiliyatiga ega. Shimiilishda polyar (qutblangan) guruh suv tomonda, suv yuqmas uglevodorod radikali esa uning sirtida bo'ladi [1].

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning molekulari geteropolyar qurilishga ega bo'lib, ularning polyar guruhi, gidroksil (-OH), karboksil (COOH), karbonil (-CO), aminoguruh (NH<sub>2</sub>), sulfoguruhlariga (-OSO<sub>2</sub>OH yoki SO<sub>2</sub>OH) bo'linishi mumkin.

Amalda, gidroksil polyar guruhiga ega bo'lgan reagentlar ko'proq ishlatiladi, sababi, ular minerallarga kuchsiz bog'lanadi va flotatsiyani tanlovchanligini oshiradi. Karboksil, amino- va sulfoguruhli reagentlar esa qisman yig'uvchi reagent xossasiga ega.

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning xossalari ko'proq gidrofob radikalining qurilishiga va uzunligiga bog'liq. Eng oddiy alifatik radikal (- CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - ... CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub>). Radikal uzunligi oshib borgan sari ko'pik hosil qilish yaxshilanib boradi, ammo bu ma'lum uzunlikgacha boradi. Radikal haddan tashqari uzun bo'lsa, ularning ko'pik hosil qilish qobiliyati yo'qolib boradi, chunki uzun radikalli reagent molekulari o'zaro tortishib, assotsiatlar (agregatlar) - yirik molekularlar hosil qiladi, bu esa ko'pik hosil qilish qobiliyatini yo'qotadi.

Ko'pik hosil qiluvchilar ma'lum darajada suvda eruvchanlikka ega bo'lishi kerak. Alifatik ko'pik hosil qiluvchilar orasida kislotalar, aminlar va spirtlar, aromatik birikmalar ichida - spirtlar, aminlar va kislotalar suvda eriydi [2; 10].

Ko'pik hosil qiluvchilar suv-havo fazasi ajralish chegarasida adsorbsiyalanish qobiliyatiga ega geteropolyar organik moddalardir. Ular havo pufakchasiga barqarorlik, mexanik mustahkamlik, disperslik beradi va bo'tanadagi pufakchalarning ko'tarilish tezligini kamaytiradi. Ko'pik hosil qiluvchining molekulari suv-havo chegarasida polyar qismi bilan suvga apolyar qismi bilan esa havo fazasiga yo'nalgan bo'ladi. Bunday adsorbsiyalanish havo pufaklarining yopishib qolishiga qarshilik qiladi va ularni dispers holatda ushlab turishga imkon beradi.

Ko'pik hosil qiluvchi faqat mineral zarrachasini bo'tana yuzasiga ko'tarib beruvchi ko'p sonli mayda va mustahkam havo pufakchalarini hosil qilibgina qolmay, flotatsiya mashinasidan chiqqan vaqtda oson o'chib, flotatsiyalangan mineraldan ozod bo'lishi kerak. Ko'pincha ko'pik tarnovchalarda suv bosimi ostida o'chiriladi.

Flotatsiya jarayonida ko'pik hosil qiluvchilar quyidagi funksiyalarni bajaradi:

Havo pufakchalarining kaollessensiyalanishiga, ya'ni ular o'lchami kattalashuviga qarshilik qiladi. Havo pufakchalarining yuzasi ko'pik hosil qiluvchining adsorbsiyalangan molekulari bilan qoplangan pufaklar atrofida uning kaollessensiyalanishiga to'siq bo'luvchi hamda qobig'ini mustahkamlaydigan gidrat qatlam hosil bo'ladi. Ko'pik hosil qiluvchi havo pufakchalarining umumiy yuzasini saqlab turadi va flotatsion mashinada suv–havo ajralish chegarasi ko'pik hosil qiluvchi qo'shilmagandagiga nisbatan kattaroq bo'ladi [2].

Bo'tanada havo pufakchalarining harakatlanish tezligini susaytiradi. Ko'pik hosil qiluvchining adsorbsiyalangan molekulari va gidrat qobiq ishtirokida havo pufakchalari qattiqroq qobiqqa ega bo'ladi, qiyin deformastiyalanadi va oquvchi shaklga ega bo'lmaydi. Ko'pik hosil qiluvchi ishtirokida havo pufakchalari ko'tarilish tezligining pasayishi ularni bo'tanada bo'lish vaqtini uzaytiradi va havo pufakchalarining minerallashish ehtimolini oshiradi.

Bo'tana yuzasiga qalqib chiqqan havo pufakchalarining o'chib qolishiga to'sqinlik qiladi. Qalqib chiquvchi pufakcha va bo'tananing yuzasi orasidan suv kapillyar kuch va og'irlik kuchlari ta'sirida chiqib ketadi. Qobiq yupqalashgani sari suyuqlikning bug'lanishi ko'proq rol o'ynaydi. Qobiq tez yupqalashadi va pufakcha yoriladi. Ko'pik hosil qiluvchining havo pufakchasi yuzasida adsorbsiyalangan molekulari hamda molekulaning polyar guruhlari atrofidagi gidrat qatlam suv molekulasini ushlab qolib qobiq yupqalashishini qiyinlashtiradi. Havo pufakchasi yuzasidagi ko'pik hosil qiluvchi molekulasining qobig'i ularni yuzasini buzilishi (o'chib qolish) xavfi bo'lgan joylarda mahkamlanishga qodir qiladi. Ko'pik hosil qiluvchi ishtirokida bo'tana yuzasida yetarli darajada mustahkam ko'pik hosil bo'ladi [2; 10].

Uch fazali flotatsiya ko'pigi minerallashgan pufakchalardan hosil bo'lib, uch faza havo suv va qattiq zarrachalardan iborat. Havo pufakchalariga yopishgan qattiq zarrachalar, ko'pikning mustahkamligini oshirib, havo pufakchalarining bir–biriga yaqinlashishiga to'sqinlik qiladi. Flotatsiyalangan zarrachalar qanchalik mayda va gidrofob bo'lsa, uch fazali ko'pikning mustahkamligi shuncha yuqori bo'ladi.

Ko'pik hosil qilish xossasiga tarkibida turli polyar guruhlarni saqlovchi ko'p sonli moddalar ega. Yaxshi ta'sir etuvchi ko'pik hosil qiluvchilar o'z tarkibida quyidagi polyar guruhlarning birini saqlaydi: -OH (gidroksil), -COOH (karboksil), =S=O (karbonil), NH<sub>2</sub>–amin va SO<sub>2</sub>OH– (sulfoguruh).

Polyar guruhning tarkibiga qarab ko'pik hosil qiluvchilar nordon (spirtli va krezilli ditiofosfatlar, fenollar, alkilarilsulfonatlar), neytral (terpineol, qayrog'och yog'i, OPSB–propilen oksidi butil spirti, OPSM–propilen oksidi metil spirti), va asosli (og'ir piridin)larga bo'linadi.

Flotatsiyada quyidagi ko'pik hosil qiluvchi reagentlar ishlatiladi: qarag'ay yog'i, og'ir piridin, OPSB, OPSM va h.k.

Qarag'ay yog'i skipidar hidli, och sariqdan to'q sariqqacha rangli tiniq suyuqlik. Uni qarag'ay daraxtlari to'nkalarini yanchib, o'tkir bug' bilan qayta ishlab olinadi va olingan skipidar fraksiyalab qaydaladi.

Qarag'ay yog'i flotatsiyada mayda dispersli barqaror ko'pik olinishini ta'minlaydi. Yog'ning sarfi 25–100 g/t atrofida.

Og'ir piridin koks kimyo sanoatining texnik mahsuloti hisoblanadi va rangli metallar rudalarini boyitishda qarag'ay yog'idagidek 25–100 g/t miqdorda sarflanadi.

OPSB (propilen oksidi butil spirti) – juda kuchli ko'pik hosil qiluvchi hisoblanadi. Uning sarfi 10–30 g/t. Dag'al tuyulgan rudaning flotatsiyasida yaxshi ta'sir qiladi. Misli, qo'rg'oshinli va ruxli rudalarning flotatsiyasida yuqori ko'rsatkichlarga erishiladi.

OPSM (propilen oksidi metil spirti) – och jigarrangdagi suyuqlik bo'lib, kuchsiz efir hidiga ega. Polimetall rudalarning flotatsiyasida (krezol o'rniga) ishlatiladi.

### **Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning ta'sir qilish mexanizmi**

Ko'pik hosil qiluvchi reagent molekulari havo pufakchalariga shimilib, (adsorbsiyalanib) pufakchanning gidrat pardasini mustahkamligini oshiradi. Sababi, reagentning polyar (gidrofil) tomoni suv molekulari bilan faol reaksiyaga kirishishadi va o'z navbatida gidrat pardadagi suv molekulari hajmidagi suv molekulariga nisbatan betaraf bo'lib qoladi (ya'ni, gidrat pardadagi suv molekulasi bilan hajmdagi suv molekulasi orasidagi tortishish kuchi kamayadi). Reagent shimilgan ikkita pufakcha o'zaro to'qnashsa, ular qo'shilib yirik pufak hosil qilmaydi, chunki ularning sirti betaraf, devori mustahkam. Agar reagent shimilmagan pufakchalar to'qnashsa, gidrat parda yorilib, ular birlashadi va yirik pufakcha hosil bo'ladi.

Suvli muhitda kichik pufakchalar sekinroq, kattalari esa tezroq harakat qiladi. O'lchamlari bir xil bo'lsada, reagent shimilgan pufakcha reagent shimilmagan pufakchaga nisbatan sekinroq harakat qiladi. Bunga sabab, yuqoriga ko'tarilayotgan pufakchadagi reagentni suv oqimi «yu vib» pastki qismiga to'playdi va pufakchanning tag qismida o'ziga xos «qattiqliq» hosil qiladi va bu hodisa pufakcha harakatini sekinlashtiradi.

Pufakchaga flotatsiyalanuvchi mineral zarrachalar kelib yopishishi uchun ma'lum vaqt kerak. Demak, pufakcha qancha sekin ko'tarilsa, shuncha ko'proq mineral kelib yopishadi. Bundan tashqari, tez ko'tarilayotgan pufakcha muhit qarshiligiga uchrab, unga yopishgan zarrachalar suv oqimida «yuvilib», yo'lda to'kilib qolishi mumkin.

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlar ko'pincha, yig'uvchi reagentlarga o'xshash qobiliyatini namoyon etadi. Buning sabablari har xil bo'lishi mumkin:

1) Ba'zida ko'pik hosil qiluvchi reagentning polyar guruhi mineral yuzaga (kimyoviy yoki fizikaviy) shimilib, apolyar guruhi suv tomonga yo'nalgan bo'ladi. Bu esa mineral zarrani suv yuqmaslik darajasini oshiradi;

2) Ko'pik hosil qiluvchilar kapillyar bosimni kamaytirish hisobiga pufakchaga minerallarni mustahkamroq yopishishiga imkon yaratadi;

3) Ba'zi bir hollarda, ko'pik hosil qiluvchi reagentlar yig'uvchi reagent eritmasini dispersligini oshirib, uskuna hajmida (muhitda) teng tarqalishini ta'minlaydi [2; 10].

Ko'pik hosil bo'lishi - reagent molekulalarining tarkibi va qurilishiga hamda uning suvdagi konsentratsiyasiga bog'liq. Bundan tashqari, yaxshi ko'pik hosil bo'lishi uchun bir nechta omillar bor, jumladan:

- muhitning pH darajasi. Reagent molekulasida qancha kam dissotsiatsiyalansa, shuncha yaxshi ko'pik hosil qiladi. Asos xossasiga ega bo'lgan reagentlar ishqor muhitda yaxshi ko'pik beradi, kislota xossasiga ega bo'lgan reagentlar esa kislotali (nordon) muhitda yaxshi ko'pik hosil qiladi;

- muhit harorati. Harorat ortishi bilan ko'piklanish yaxshilanadi. Ayniqsa, reagentning eruvchanligi haroratga bog'liq bo'lsa.

Ikki yoki undan ko'p har xil ko'pik hosil qiluvchi reagentlar birga ishlatilsa flotatsiya jarayonini boshqarish oson bo'ladi.

### **Sanoatda ishlatiladigan ko'pik hosil qiluvchi reagentlar**

Sanoatda ko'proq kimyo sanoatida va neftni qayta ishlashdan olinadigan qo'shimcha mahsulotlar ko'pik hosil qiluvchi reagent sifatida foydalaniladi. Bunday reagentlarni sintez qilib olish ham mumkin.

**IM-68 reagenti** - alifatik spirtlar aralashmasi, radikaldagi uglerod atomlarining soni 6-8, asosan izoqurilishga ega bo'lib, temir rudasini flotatsiyalashda ishlatiladi.

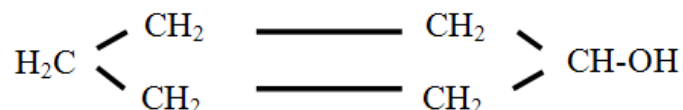
**E - 1 va E - 1A reagentlari** - past polietilenglikollar monobutil efirlarining aralashmasi ko'p metalli rudalarini kollektiv flotatsiyalashda

qoʻllaniladi.

**Butil spirtini olishdagi qoldiq** - radikalida 8 tadan koʻp uglevodorod atomi boʻlgan spirtlar, oktil, butil spirtlari va aldegidlarning aralashmasi koʻmirni flotatsiyalashda ishlatiladi.

**Penoreagent** - radikalida 4-8 tagacha uglerod atomi boʻlgan spirtlar aralashmasi, geksil spirtiga hisoblaganda 45 % spirti bor boʻlib, koʻmirni boyitishda ishlatiladi [10].

**Siklogeksanol** - siklli spirt, quyidagi qurilishga ega boʻlib, koʻp metalli rudalarni selektiv flotatsiyalashda ishlatiladi.



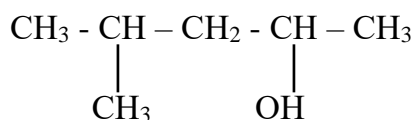
**T-66** – koʻp moddalar aralashmasi, 60-80 % dioksan va piran sipirtlaridan tashkil topgan, koʻmir va bir qancha rudalarni boyitishda ishlatiladi.

**Sosna yogʻi** – terpen qatoridagi aromatik siprtlar aralashmasi, tarkibida 40÷60% terpenol boʻlib, universal koʻpik hosil qiluvchi reagent hisoblanadi.

**OPSB reagenti** – polipropilenglikollarning monobutil efirlari, umumiy tenglamasi  $\text{R-O-(C}_3\text{H}_6\text{O)}_n\text{-H}$  koʻrinishida boʻladi (bu yerda  $n = 2, 3, 4, 5\dots$ ), mis-molibden rudalarini boyitishda foydalaniladi [2; 10].

**OP-7 va OP-10 reagentlari** – mono- va diontilfenollarning polietilenglikol efirlari,  $\text{R-O-(CH}_2\text{ CH}_2\text{O)}_n\text{H}$  (bu yerda  $n = 7$  va  $10$ ) temir rudasini boyitishda ishlatiladi.

**Metilzobutylkarbinol (MIBK)** – ikkilamchi spirt boʻlib, koʻmir va rudalarni boyitishda ishlatiladigan istiqbolli reagent hisoblanadi.



#### Nazorat uchun savollar:

1. Flotatsiya jarayonida soʻndiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonida faollashtiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonida koʻpik xosil qiluvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
4. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?



5. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
6. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?

### 3.5. Faollashtiruvchi reagentlar, ularning vakillari

Faollashtiruvchilar mineral zarracha–suv ajralish chegarasida ta'sir etadi. Ular minerallarning flotatsiyalanish xususiyatini yaxshilash uchun qo'llaniladi. Faollashtiruvchilar to'plovchini mineralga bog'lanishiga imkoniyat yaratadi. Faollashtiruvchilarning ta'siri mineral zarracha yuzasida to'plovchi oson adsorbsiyalanadigan parda hosil qilishi yoki mineral zarrachadan so'ndiruvchini chetlashtirishdadir. To'plovchi to'g'ridan – to'g'ri ta'sirlashmaydigan yoki kuchsiz ta'sirlashadigan minerallarning flotatsiyasida mineral zarracha yuzasi faollashtiruvchi parda bilan qoplanadi. So'ndiruvchi pardasining erishi so'ndiruvchining ta'sirini yo'qotish kerak bo'lganda amalga oshiriladi [1].

Flotatsiya amaliyotida faollashtiruvchilar sifatida mis kuporosi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), sulfat kislota  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , eruvchi sulfidlar (ko'pincha  $\text{Na}_2\text{S}$ ) va kislorod ishlatiladi.

Mis kuporosi sfaleritni faollashtirish uchun ishlatiladi. Uning faollashtiruvchi xususiyati shundan iboratki, agar sfalerit so'ndirilgan bo'lsa, u sianidni bog'laydi va sfalerit yuzasida sfalerit bilan mustahkam bog'langan mis sulfidini hosil qiladi. Ksantogenat mis sulfidi pardasida sfaleritning tabiiy yuzasidagiga nisbatan mustahkamroq bog'lanadi. Mis kuporosi pirit va pirrotinni kuchsizroq faollashtiradi.

**Sulfat kislota** pirit va pirrotinni faollashtirish uchun ishlatiladi. Faollashtirish mineral zarracha yuzasidagi temir gidroksidi pardasini eritishdan iborat bo'lib, buning natijasida mineral flotatsion qobiliyatini tiklaydi.

**Natriy sulfidi** rangli metallar oksidli minerallarini sulfidlashtirishda ishlatiladi. Bunda mineral zarracha yuzasida oksid parda hosil bo'ladi. Bo'tanada mineral parda bilan ta'sirlashish va kislorod bilan oksidlanish natijasida erkin sulfid ionlarining soni asta–sekin kamayib boradi va ular yo'qolishi bilan ksantogenatni oksid parda yuzasida hosil bo'lgan sulfid parda yuzasida adsorbsiyalanishiga imkoniyat tug'iladi. Shu paytda oksidlangan minerallar yaxshi flotatsiyalanadi. Keyinchalik, sulfid parda oksidlanadi va unga mahkamlangan ksantogenat bilan birgalikda qat–qat

bo‘lib ko‘chadi, hamda flotatsiya to‘xtaydi. Flotatsiyani qayta tiklash uchun qayta sulfidlash amalga oshiriladi [2].

**Havo kislorodi** sulfidli minerallar yuzasini va bo‘tanadagi erkin sulfid ionlarini oksidlash natijasida faollashtiradi. Sulfidli minerallar yuzasini qattiq oksidlanib ketishi ham zararli, chunki bunda to‘plovchining sarfi ortib ketadi.

Faollashtiruvchi va so‘ndiruvchi degan atamalar nisbiy bo‘lib, bir vaqtning o‘zida moslovchi reagent har xil minerallar uchun faollashtiruvchi va so‘ndiruvchi bo‘lishi mumkin. Masalan, natriy sulfidi rangli metallarning oksidli minerallarini faollashtiradi ammo sulfidli minerallarni tazyiqlaydi. Bundan tashqari, qo‘llanilish sharoitiga ko‘ra bir moslovchi reagentning o‘zi ham tazyiqlovchi, ham faollashtiruvchi bo‘lishi mumkin. Natriy sulfidi bo‘tana tarkibida kam konsentratsiyada oksidlangan minerallarni faollashtiradi. Konsentratsiyasi ma‘lum miqdorga yetgandan so‘ng o‘zining tazyiqlovchi harakatini namoyon etadi [10].

Faollashtiruvchi moslovchilarga quyidagilar taalluqlidir:

1) og‘ir metallarning suvda eruvchi tuzlari (sfalerit  $ZnS$ , pirit va kvars uchun);

2) ishqoriy metallarning suvda eruvchi tuzlari (kvars va sulfidlanmagan minerallar uchun);

3) suvda eruvchi sulfidlar – natriy sulfidi (rangli metallarning oksidlangan rudalari uchun - serussit  $PbCO_3$ , malaxit  $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ );

4) kislorod (sulfidli va sulfidsiz minerallar uchun).

Faollashtiruvchilar faollashtirilayotgan mineral yuzasiga yig‘uvchi reagentning birikishi uchun xizmat qiladi. Faollashtiruvchilarning ta‘siri tanlovchan va vaqtincha bo‘lishi maqsadga muvofiq. Tazyiqlovchilar qo‘shilganda faollashtiruvchilarning qarshi ta‘siri sezilmasligi kerak.

Faollashtirishning asosiy mexanizmlari:

1 – faollashgan yuza birikishni hosil qilish,

2 – yuzadan tazyiqlovchi qatlamni eritib yo‘qotish.

Minerallarni selektiv flotatsiyalashni faqatgina yig‘uvchi va ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar bilan amalga oshirib bo‘lmaydi. U moslovchi reagentlar yordamida amalga oshirilib, ular orasida faollashtiruvchilar muhim o‘rin egallaydi. Faollashtiruvchi reagentlar sifatida noorganik birikmalar: kislotalar, ishqorlar, ishqoriy yer metallari tuzlari va og‘ir metallar tuzlari, kompleks hosil qiluvchi birikmalar va boshqalar. Ularni qo‘llashdan asosiy maqsad mineral yuzasiga yig‘uvchining so‘rilishini ta‘minlab, ajratilayotgan mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun uning yuzasini suvda namlanmasligini oshirishdan iborat.

Yig'uvchilarning fizikaviy va kimyoviy so'rilishininig rolini o'rganish natijalari minerallarni flotatsiyalanishini faollashtirish yig'uvchilarning so'rilish qatlamini hosil qilish mineral yuzasining dastlabki namlanmaslik darajasining oshishi bilan bog'liqligini o'rganishga yordam beradi. Bunga quyidagi faollashtiruvchi reagentlarni qo'llash orqali erishilib, ular quyidagicha ta'sir qiladi:

➤ mineral yuzasini tazyiqlovchi qobiqdan kimyoviy tozalash va yig'uvchilar bilan ta'sirlashib, ularning yuzasida kerakli miqdorda so'rilgan qatlam hosil qilish uchun elementlarning kristal panjaralarini ochish;

➤ yig'uvchilarni bog'lanishi uchun markaz hisoblangan ionlarni mineral yuzasiga kimyoviy so'riltirish;

➤ yig'uvchining yuzaga so'rilishi uchun yaxshi sharoit yaratuvchi sorbsion qobiq hosil qilishga olib keladigan geterogen kimyoviy reaksiya paydo qilish.

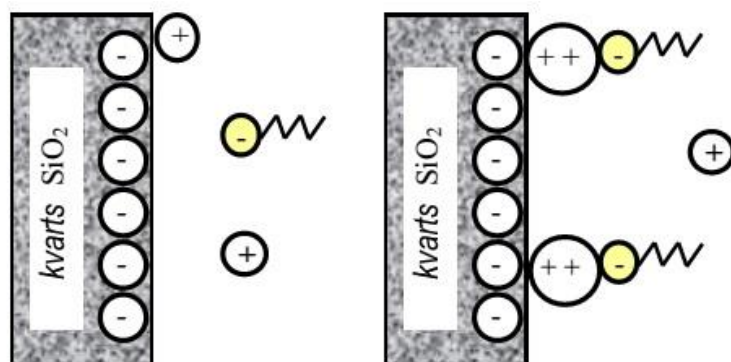
### **Yuzani kimyoviy tozalash yo'li orqali reagentlarning faollashtirish mexanizmi**

Minerallarni flotatsiyalashning bunday mexanizmiga misol bo'lib kislotalarning faollashtiruvchi xususiyati xizmat qiladi.

Masalan, sulfat kislota oksidlangan pirit rudalarini flotatsiyalashda faollashtiruvchi hisoblanadi. Temir sulfidlari kuchli oksidlanganda ularning yuzasi gidrofil oksidlanish mahsulotlaridan iborat, na ion, na elektron o'tkazmaydigan ekran bilan qoplanadi. Shu sababli ksantoganetlarning sul'fidli yuzalar bilan ta'sirlashishi juda kuchsiz va bog'langan yig'uvchi reagent oksidlanish mahsulotlarining gidrofillashtirish harakatini to'xtatishga qodir bo'lmaydi. Kislota qo'shilgandan so'ng oksidlangan gidrofil temir birikmasi eriydi, sul'fidli yuza ochiladi va mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun kerak bo'ladigan yig'uvchining sorbsion qatlami hosil bo'lishiga olib keladi [10].

Ushbu mexanizm bo'yicha tarkibida nikel saqlagan pirrotinlarni faollashtirish uchun yaxshi natijalarga ko'p asosli kislotalarni, masalan shavel kislotasini yoki yangi tayyorlangan sulfat kislotasini qo'llash orqali erishiladi.

Yuzadagi qobiqni kislota yordamida eritish kassiterit, ilmenit, folframit, flyuorit va boshqa minerallarning oksigidril yig'uvchi reagentlar bilan flotatsiyalanish qobiliyatini oshiradi.



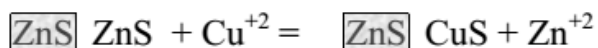
**29-rasm.** Kvars. Faollashgunga qadar va so‘ng

Masalan, fluorit kislotasining berilni faollashtirish uchun qo‘llanilishi mineral yuzasidan gidrofil kremniy-kislorodli cho‘kmalarni eritishi hisobiga beril kationlarini yuzasini ochib, oleatning kimyoviy so‘rilish ulushini oshirishga xizmat qiladi va mineral yuzasida yig‘uvchining optimal so‘rilgan qatlami hosil bo‘lishiga imkon yaratadi.

Xuddi shunaqa mexanizmida oksigidril yig‘uvchilar yordamida flotatsiyalashda faollashtiruvchi sifatida ishqorlar va kompleks hosil qiluvchi birikmalar (sianidlar, fosfatlar, ftoridlar va h.k.) qo‘llaniladi. Masalan, o‘yuvchi natriyning yuqori konsentratsiyasi silikatlarining qisman erishiga olib keladi. Bu esa spodumenni tanlab faollashtirishda qo‘llaniladi.

O‘z navbatida sianidlar kuchli oksidlangan mis sulfidlarini faollashtiruvchi hisoblanib, bunda misning oksidlangan birikmalari sianid yordamida oson eriydi. Ammo faollashtirish jarayonini o‘tkazishda xushyor bo‘lish zarur. Oksidlangan qobiqni eritishda ortiqcha sianid mis sulfidlarini ularni sulfidril yig‘uvchilar bilan flotatsiyalashda tazyiqlab qo‘yishi olib keladi.

Sfaleritni mis tuzlari bilan faollashtirish [1]

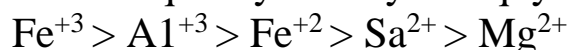


Misol: Kvarsni ikki valentli og‘ir metallar kationlari bilan faollashtirish. Kvars olein kislotasi bilan flotatsiyalanmaydi, chunki, unda o‘zida qiyin eruvchi sovun beradigan kation saqlamaydi. Yig‘uvchi toza kvarsda so‘riladi, lekin aloqa mustahkamligi katta emas. Kvars faollashtirilgandan so‘ng olein kislotasi bilan flotatsiyalanadi. Ular elektrostatik yoki kimyoviy o‘zaro ta`sirlashadi.

## **Yuzani kimyoviy so‘rilish yo‘li orqali reagentlarni faollashtirish mexanizmi**

Reagentlarning bunday faollashtirish mexanizmiga yaqqol misol sifatida silikatli minerallarni ishqoriy yer metallari tuzlari (kalsiy, bariy va b.) va og‘ir metallar tuzlari (qo‘rg‘oshin, mis, temir va b.), sfalerit va temir sulfidlarini mis tuzlari, alyuminiy silikatlarini kationli yig‘uvchilar mavjud muhitda ftorit kislotasi faollashtirishini keltirish mumkin.

Ishqoriy yer metallari va og‘ir metallar tuzlarining silikatli minerallarni faollashtiruvchi harakati sulfidsiz minerallarni oksigidril yig‘uvchilar yordamida selektiv flotatsiyalashda katta ahamiyatga ega. O‘zining yuzasida qiyin eruvchi sovun hosil qiluvchi kationlari bo‘lmagan minerallar, masalan, kvarts bunday yig‘uvchilar yordamida flotatsiyalanmaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sof kvarts yuzasiga oleat eritmasidan faqatgina olein kislotasining molekullari adsorbsiyalanib, bu adsorbsiyalanish kimyoviy birikishsiz (so‘rilishsiz) sodir bo‘ladi va flotatsiyalanishga olib kelmaydi. Ammo, kvarts ikki valentli va og‘ir metall kationlari yordamida oson faollashadi va shundan so‘ng oleat yoki boshqa oksigidril yig‘uvchilar yordamida flotatsiyalanib boshlaydi. Ular faollashtirish qobiliyati bo‘yicha quyidagicha joylashadi:



Oksigidril yig‘uvchilarning xuddi shunday ta‘sir qilish mexanizmi nafaqat boshqa kationlar bilan (masalan, uch valentli temir yoki alyuminiy) faollashtirilgan silikatli minerallarni (kvarts, dala shpati va b.) flotatsiyalashda, balki kassiteritni flotatsiyalashda ham bir xildir.

Kassiteritning toza yuzasi bilan olein kislotasining o‘zaro ta‘sirlashishi natijasida u faqat molekulyar holatda adsorbsiyalanadi va mineral flotatsiyalanmaydi. Agar kassiteritning yuzasi ko‘p valentli metallar ionlari bilan faollashtirilsa, u holda yig‘uvchining birikishi kimyoviy surilish orqali sodir bo‘ladi va mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun yetardi so‘rilgan qatlam hosil bo‘ladi.

Og‘ir metal tuzlarining faollashtiruvchi ta‘siri sulfidli minerallarni sulfidril yig‘uvchi reagentlar yordamida selektiv flotatsiyalashda muhim rol o‘ynaydi.

Deyarli barcha polimetall rudalarni boyitish fabrikalarida rux sulfidlarini faollashtirish uchun mis kuporosi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) qo‘llaniladi. Yig‘uvchi reagentning kimyoviy so‘rilishi mavjudligiga qaramasdan faollashtirilmagan sfaleritning yomon flotatsiyalanishi ksantogenatli ionlarning diksantogenidgacha oksidlana olmaganligiga bog‘liq bo‘lib, ushbu mineral yuzasining yuqori manfiy zaryadlanganligi bilan izohlanadi.

### **Nazorat savollari:**

1. Flotatsiya usulida boyitish haqida tushunchangizni ayting.
2. Faollashtiruvchilarga qaysi reagentlar kiradi?
3. Flotatsiya reagentlari turlarini ayting.
4. Ishqorlarning faollashtiruvchi ta'siri nimaga bog'liq?

### **3.6. So'ndiruvchi reagentlar (depressorlar), ularning vakillari**

**So'ndiruvchi reagentlar.** So'ndiruvchilar mineral zarracha–suyuqlik ajralish chegarasida ta'sir etib, mineral yuzasini suv bilan ho'llanishini oshiruvchi va unda to'plovchining mahkamlanishiga qarshilik ko'rsatuvchi moddalardir [1].

So'ndiruvchilarning mineral yuzasida ta'sirlashuv mexanizmi turlicha bo'lishi mumkin.

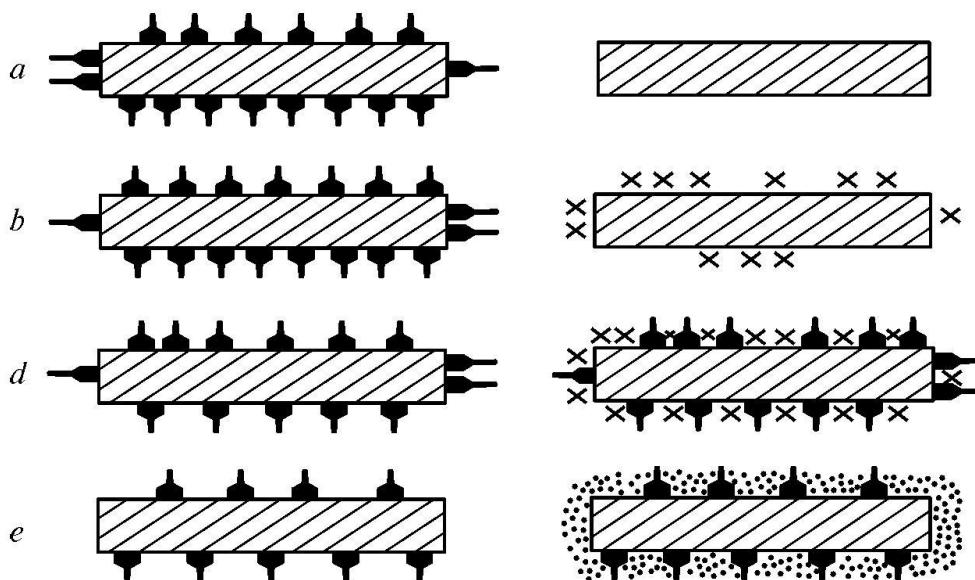
So'ndiruvchilar bo'tanadan ko'pikka o'tishi kerak bo'lmagan minerallarning flotatsion qobiliyatini susaytirish maqsadida qo'llanadi. So'ndiruvchilar selektiv ravishda ta'sir qilishi kerak. So'ndirish boshqa reagentlar yordamida yo'q qilinishi mumkin. So'ndiruvchining ta'sir qilish mexanizmi uning kimyoviy va fizik–kimyoviy xossasiga qarab quyidagi to'rt sxemaning biri bo'yicha ifodalanishi mumkin. (30–rasm) [2; 10].

1. So'ndiruvchi mineralda to'plovchi qatlamining hosil bo'lishiga halaqit beradi, agar to'plovchi so'ndiruvchidan oldin kiritilgan bo'lsa, u to'plovchining pardasini eritib yuboradi (30–rasm, a).

2. So'ndiruvchi mineral zarracha yuzasidan to'plovchini siqib chiqarib, uni gidrofil parda bilan qoplaydi. Agar so'ndiruvchi to'plovchidan oldin kiritilgan bo'lsa, to'plovchi mineral bilan ta'sirlashmaydi (30–rasm, b).

3. So'ndiruvchi to'plovchini siqib chiqarmasdan mineral zarracha yuzasining gidrofilligini oshiradi. (30–rasm, d). So'ndiruvchini to'plovchidan oldin kiritilsa, mineral zarracha yuzasida gidrofob parda hosil bo'lmaydi. So'ndiruvchining konsentratsiyasi yuqori bo'lib, uzoq vaqt ta'sir qilsa, mineral zarracha yuzasidan to'plovchining pardasi siqib chiqarilishi mumkin. Bunda uchinchi sxema ikkinchi sxemaga aylanadi.

4. So'ndiruvchi mineral zarracha yuzasida qisman to'plovchi bilan qoplangan qalin gidrofil qatlam hosil qiladi (30–rasm, e). So'ndiruvchining to'plovchidan oldin kiritilgani to'plovchining mineral zarracha bilan ta'sirlashuvini istisno qiladi.



**30–rasm.** So‘ndiruvchining ta’sir qilish sxemasi:

a) mineralning tabiiy yuzasi ochildi; b) mineral zarracha yuzasida to‘plovchi qatlami so‘ndiruvchining pardasi bilan almashdi; d) to‘plovchi bilan band bo‘lmagan yuzalarda so‘ndiruvchining pardasi hosil bo‘ldi; e) to‘plovchi bilan band bo‘lmagan yuzalarda gidrofil shlamning qalin qatlami o‘tirdi.

Sulfidli minerallarning flotatsiyasida sianidlar boshqa depressor–rux kuporosi bilan birgalikda ishlatiladi. Bu holda mineral yuzasida rux gidroksidining gidrofil cho‘kmasi cho‘kadi, va mineral flotatsiyalanish qobiliyatini yo‘qotadi.

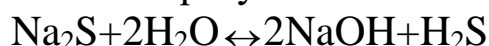
Sianidlar mis minerallari, pirit, sfalerit, kumush, simob, kadmiy va nikel minerallari uchun yaxshi so‘ndiruvchi hisoblanadi. Ular mis–ruxli, qo‘rg‘oshin–ruxli, mis–qo‘rg‘oshin–ruxli va mis–molibdenli rudalarni boyitishda ishlatiladi [1].

Rux kuporosi  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  mustaqil tarzda yoki sianidlar bilan birgalikda sfaleritni depressiyalash uchun, shuningdek mis–ruxli, qo‘rg‘oshin–ruxli boyitmalarni ajratish uchun ishlatiladi. Mustaqil so‘ndiruvchi sifatida rux kuporosi rux boyitmasini temir va mis aralashmalaridan sodali muhitda teskari flotatsiya usuli bilan tozalashda rux karbonatining gidrofil cho‘kmasi hosil bo‘lib, ularning flotatsiyasini so‘ndiradi, mis va temirning sulfidlari esa flotatsiyalanadi.

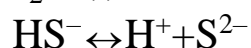
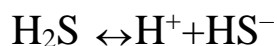
Natriy sulfidi –  $Na_2S$  sulfidli va nosulfid minerallarning flotatsiyasida keng ishlatiladi.

U molibdenitdan tashqari hamma rangli, qora va kamyob metallar sulfidlarini flotatsiyalanish qobiliyatini soʻndiradi.

Suvda natriy sulfid kuchli asos va kuchsiz kislotaning tuzi sifatida gidrolizga uchraydi va kuchli ishqoriy muhitni hosil qiladi.



Hosil boʻlgan sulfid kislotasi  $\text{H}_2\text{S}$  ikki bosqichda ionlarga dissotsiyalanadi.



Muhitning pH iga qarab boʻtanada  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$  va  $\text{S}^{2-}$  ionlari ishtirok etishi mumkin boʻlib, ular minerallarga kuchli darajada taʼsir qiladi [1].

$\text{HS}^-$  va  $\text{S}^{2-}$  ionlarining soʻndiruvchi xususiyati toʻplovchini mineralga adsorbsiyalanishini toʻxtatishda, shuningdek, adsorbsiyalanishga ulgurgan toʻplovchini qaytarib chiqarishga asoslangan. Natriy sulfidining bu xususiyati sulfidli kollektiv boyitmani selektiv flotatsiyalashda ishlatilib, bunda molibdenitdan tashqari barcha sulfidlar yuzasidan ksantogenat ionlari siqib chiqarilib, flotatsiya toʻxtaydi.

Natriy sulfidi, shuningdek, ogʻir rangli metallar oksidli minerallarini yaxshi sulfidlovchi hamdir. Masalan, serussitni natriy sulfidi bilan sulfidlashda mineral yuzasida qoʻrgʻoshin sulfidining pardasi hosil boʻlib, buning natijasida serussit ksantogenatlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi.



Kaliyning ikki xromli nordon tuzlari  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  galenitni yaxshi soʻndiradi. Ularning soʻndiruvchi taʼsiri galenit yuzasida  $\text{CrO}_4^-$  ionlarining adsorbsiyalanishi bilan bogʻliq. Kaliy xromat mineralning ksantogenat bilan band boʻlmagan joylari bilan taʼsirlashganda qoʻrgʻoshinning xromatli choʻkmasi hosil boʻlib, bu joylarning suv bilan hoʻllanishini oshiradi hamda mineral yuzasida toʻplanuvchi hosil qilgan gidrofoblangan joylar boʻlishiga qaramay mineral depressiyalanadi.

Suyuq shisha kvarts va silikatlarini, shuningdek, kalsit va flyuorit, kalsit va sheelit kabi flotatsion xususiyatlari bir–biriga yaqin minerallarni ajratishda soʻndiruvchi sifatida ishlatiladi. Suyuq shishaning taʼsir qilish mexanizmi yaxshi oʻrganilmagan [1].

Organik soʻndiruvchilar (kraxmal, dekstrin, karboksimetiltellyuloza) soʻndirish qobiliyatini boʻtanada kolloid zarrachalarni hosil qilish va ularni mineral zarracha yuzasiga yopishishi natijasida sodir etadi. Kraxmal va dekstrinni mis minerallarini ajratishda, molibdenitning flotatsiyalanish xususiyatini soʻndirishda hamda temirli rudalarni flotatsiyalashda ishlatish mumkin. Uning sarfi 0,1–0,15 kg/t.



Karboksimetiltellyulozaning suvda eruvchi natriyli tuzi tarkibida talk kabi flotoaktiv silikatlarini saqlovchi sulfidli rudalarni flotatsiyalashda ishlatiladi.

### **Tazyiqlovchi reagentlarning faollashtiruvchi ta'sirining asosiy mexanizmi va maqsadi**

Xossalari bir biriga yaqin bo'lgan minerallarni flotatsiyalash yordamida ajratishda maksimal tanlovchanlikka ega bo'lish uchun tazyiqlovchi reagentlar qo'llaniladi.

Agar mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun ikkita shart (mineral yuzasini yig'uvchi reagent yordamida namlanmasligini oshirish va namlanmasligi oshirilgan zarralarni yig'uvchi reagent yordamida pufakchalarga birikishi) bo'lsa, unda ularning flotatsiyasini tazyiqlash uchun bu shartlarning atigi bittasini bajarmaslik yetarlidir. Bunga odatda tazyiqlovchi reagentlarni qo'llash orqali erishiladi. Amaliyotda ko'p qo'llanadigan tazyiqlovchilarga ishqorlar, sianidlar, natriy sulfidi, sulfid kislotali rux, sulfat kislotasi va uning tuzlari, sulfid kislotali temir va natriy sulfati aralashmasi, suyuq shisha, bir qancha yuqori molekulali organik birikmalar va boshqalar kiradi. Tazyiqlovchi reagentlarni tanlashda asosiy qiyinchilik ularning ajratilayotgan minerallarga nisbatan yetarlicha tanlovchanlikka ega bo'lmasligidir. Reagentlarning tazyiqlovchi ta'sirining asosiy mexanizmiga quyidagilarni kiritish mumkin:

1. mineral yuzasidan yig'uvchi reagent birikmalarini eritib yuborish va mineral yuzasiga yig'uvchi reagentning birikishiga to'sqinlik qilish. Bunday mexanizmga misol qilib, mis sulfidlari yoki mis kuporosi bilan faollashtirilgan sfaleritni flotatsiyalashda sianli tuzlarning tazyiqlovchi ta'sirini ko'rsatish mumkin. Tazyiqlovchi mavjud bo'lmaganda yig'uvchi reagent ularning yuzasiga birikadi. Bo'tanaga sianli tuzlarni qo'shish misning ksantogenatli birikmalarini buzilishiga olib keladi. Oqibatda mustahkam mis sianli kompleks ionlar  $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ ,  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ ,  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{4-}$  hosil bo'ladi. Buning natijasida mineralning gidrofil yuzasi ochilib qoladi va flotatsiyalanish qobiliyati yo'qoladi [2; 10].

2. Yig'uvchi reagent ionlarini tazyiqlovchi ionlari bilan siqib chiqarish va mineral yuzasida qiyin eruvchi gidrofil birikmalar (qobiq) paydo qilish. Bunday mexanizmga misol sifatida yig'uvchi reagent ionlari bilan raqobatlashadigan va ular bilan yuzada almashadigan gidroksid  $\text{OH}^-$  va sulfid  $\text{S}^{2-}$  ionlarining tazyiqlovchi ta'sirini keltirish mumkin.

3. Yig'uvchi reagentni siqib chiqarmasdan turib mineral yuzasini namlanish darajasini oshirish. Mineral yuzasining energetik har xilligi

unda yig'uvchining teng tarqalmasligiga olib keladi. O'rtacha namlanmaslik, masalan, sulfidli yuza yig'uvchi reagent bilan qoplangan maydon ( $Me_{\alpha}Kx_{\beta}$ ) va yig'uvchi reagent bilan band bo'lmagan toza gidrofob maydon ( $Me_{\alpha}S_xO_u$ ) yig'indisiga teng. Tazyiqlovchi qo'shilganda u yuzaning yig'uvchi bilan band bo'lmagan maydoniga birikib, uning namlanishini tezlik bilan oshiradi. Bu yuzaning o'rtacha gidrofilligini yig'uvchini siqib chiqarmagan holda oshiradi va mineralning flotatsiyalanuvchanligi yomonlashadi. Bunday mexanizmga misol qilib galenit flotatsiyasiga xromat va fosfatlarning tazyiqlovchi ta'sirini keltirish mumkin.

4. Tazyiqlanadigan mineral yuzasiga organik yoki noorganik zarralarni biriktirish. O'ta mayda va kolloid zarrachalar doimo yig'uvchi reagent ionlaridan yoki molekulalaridan ancha ko'p. Ular mineral yuzasining yig'uvchi bilan band bo'lmagan maydoniga birikib yig'uvchining so'rilishiga to'sqindik qiladi. Shuning uchun pufakcha va mineral zarracha orasidagi to'qnashish va flotatsiyalanish sodir bo'lmaydi. Bu mexanizmga minerallarni flotatsiyalashda tazyiqlovchi sifatida suyuq shisha, reagentlarning ta'sirlashishidan hosil bo'lgan cho'kindi mahsulotlar va yuqori molekular organik moddalar qo'shiladi.

### **Ishqoriy reagentlarning tazyiqlovchi ta'siri**

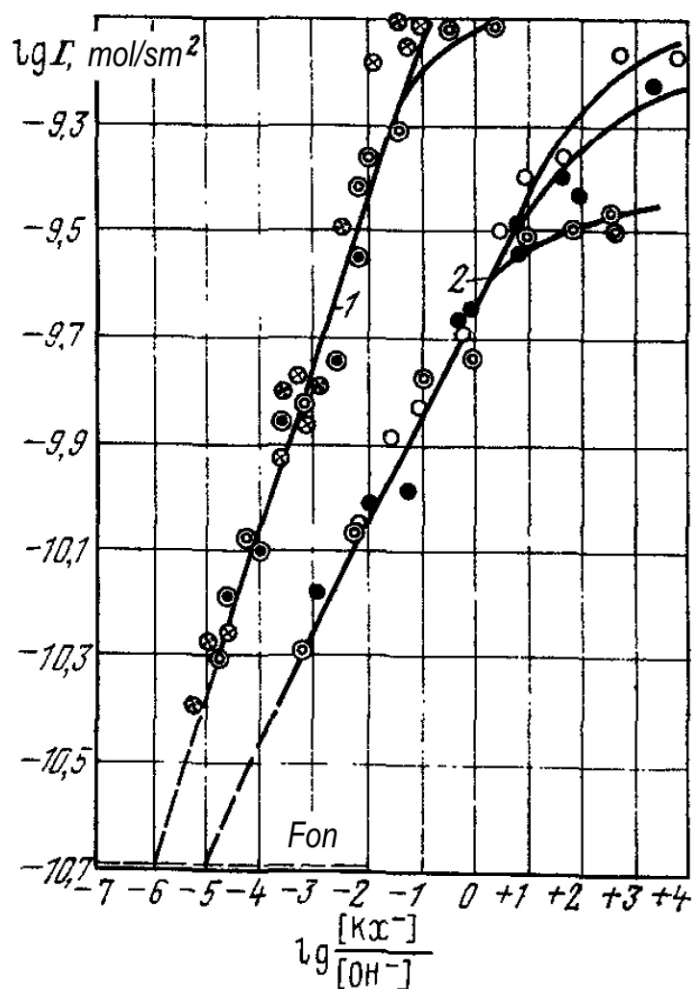
Ishqoriy reagent sifatida eng ko'p soda, oxak va o'yuvchi natriy ishlatiladi. Anion yig'uvchilar mavjud bo'lgan muhitda ular yordamida deyarli barcha minerallar flotatsiyasi tazyiqlanadi. Ishqoriy reagentlarning tazyiqlovchi ta'siriga mis sulfidi va mis kuporosi bilan faollashtirilgan sfaleritning turg'unligi (chidamliligi) yuqori, temir sulfidining turg'unligi (chidamliligi) esa past. Shuning uchun ushbu minerallarni flotatsiya usulida ajratishda ko'pincha ishqoriy reagentlar qo'llaniladi.

Ishqoriy reagentlar asosan ikkinchi mexanizm bo'yicha tazyiqlaydi. Bo'tanadagi gidroksid ionlari konsentratsiyasining oshishi sulfidlar yuzasidan ksantogenat ionlarining chekinishiga olib keladi.

Flotatsiyalanuvchi bo'tanada mayin shlamlarning kaogulyatsiyasi va ularning yirikroq zarrachalar yuzasiga yopishishi kuzatiladi. Shlamlarning yopishishi, hoh u gidrofob bo'lsin, hoh gidrofil bo'lsin, yirik zarralarni flotatsiyalanishini pasaytiradi. Gidrofil zarrachalar zarra va pufakcha orasidagi gidrat qatlamni parchalanishini to'xtatsa, gidrofob zarrachalar esa pufakchaga yopishib olib, yirik zarralarni pufakchadan ajralib qolishini kuchaytiradi [10].

Mayin shlamlarni kaogulyatsiyasi aksariyat hollarda tanlovchan hisoblanmaydi. Bunda har xil minerallarning shlamli zarrachalari bir biriga yopishib, o'lchami kattalashadi va mayin zarrachalarni setektiv flotatsiyalanishini buzadi.

Mayda zarrachalarning yirik zarralarga yopishshini oldini olish uchun qo'llaniladigan reagent dispergator deb nomlanadi. Dispergator sifatida odatda suyuq shisha, fosfatlar, kraxmal, natriy sulfidi va bir qancha boshqa reagentlar ishlatiladi.



**31-rasm.** Pirit yuzasiga ksantogenat adsorbsiyasi zichligi  $G$  ga ksantogenat  $[Kx^-]$  va gidroksid  $[OH^-]$  ionlari konsentratsiyasining ta'siri: 1– ziryanovsk piritiga butil ksantogenati uchun; 2 – ziryanovsk piritiga etil ksantogenati uchun.

**Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya jarayonida so'ndiruvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?

2. Flotatsiya jarayonida ko'pik xosil qiluvchi reagentlarning vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
4. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?

### 3.7. Muhit sozlovchi reagentlar

Muhitning boshqaruvchilari minerallarning flotatsiyasi ketayotgan muhitning ishqoriyligini o'zgartirishga ishlatiladi.

Muhitning ishqoriy yoki kislotali xossalari pH ko'rsatkich yoki vodorod hamda gidroksil ionlari konsentratsiyasi bilan xarakterlanadi [1].

Vodorod ko'rsatkich pH deb vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy logarifmiga aytiladi:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}]^+$$

Kislotali muhitda vodorod ionlarining konsentratsiyasi gidroksil ionlarining konsentratsiyasidan katta, ishqoriy muhitda esa, buning teskarisi, gidroksil ionlarining konsentratsiyasi vodorod ionlarining konsentratsiyasidan katta.

Kislotali muhitda  $\text{pH} < 7$ , ishqoriy muhitda  $\text{pH} > 7$ , neytral muhitda esa  $\text{pH}=7$ . Flotatsiyaning natijalari bo'tanadagi vodorod ionlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan suyuq fazaning pH i tekshirib turiladi va berilgan ishqoriylikni reagentlar qo'shib ushlab turiladi. Nordon muhit hosil qilish uchun sulfat kislotasi, ishqoriy muhit hosil qilish uchun ohak yoki soda qo'shiladi [10].

Muhit sozlovchilar mineral flotatsiyalanadigan muhitning ishqoriyligini o'zgartirish uchun qo'llaniladi.

Muhitning nordonlik va ishqoriylik xossasi pH kattalik bilan yoki undagi vodorod ionlari yoki gidroksid ionlari konsentratsiyasi tavsiflanadi.

Istalgan mineral flotatsiyasi aniq pH muhitda o'tkazilib, yuqori texnologik ko'rsatkichlar olish uchun belgilangan vodorod ionlari konsentratsiyasini jiddiy ushlab zarur.

$$pH = -\lg [H^+]$$

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{H_2O}$$

pH kattalikning qiymati o'zgarishi bilan nafaqat reagentlarning, balki minerallarning ham xossalari va erishi o'zgaradi.

Muhit sozlovchilar sifatida quyidagilar qo'llaniladi:

- ishqorlar (oxak, NaOH),

- kislotalar (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>),

- soda (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ning gidrolizlanishi natijasida uning eritmasi ishqoriylik kasb etadi, lekin pH 11 dan oshmaydi. Odatda u pH =7÷10 hosil qilishda qo'llaniladi.

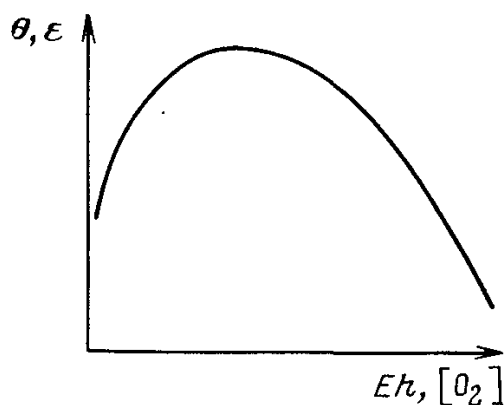
### **Bo'tanani oksidlanish-qaytarilish potensialini boshqarish**

Bo'tananing oksidlanish-tiklanish potentsiali Eh mineral yuzasi holatiga, sulfidli mineral yuzasining oksidlanish-tiklanish reaksiyasining o'tish tezligiga (masalan, ksantogenat — diksantogenid sistemasida), bo'tana hajmidagi oksidlangan va tiklangan reagentlar formasi nisbatiga katta ta'sir o'tkazishi mumkin. Bo'tananing Eh potentsialini oksidlovchi (masalan, vodorod perikisi, permanganat va b.) yoki tiklovchi (sulfat, tiosulfat va b.) qo'shish orqali, bo'tanaga elektrokimyoviy ishlov berish yoki aeratsiyalash orqali sozlash mumkin [1].

Gidrofoblik yoki flotatsiyada sulfidlarning ajralishi va aeratsiyalash davomiyligi hamda bo'tanadagi kislorodning konsentratsiyasining o'zgarishi bilan sozlanadigan bo'tananing Eh potentsiali o'rtasidagi miqdoriy bog'liqlikdan ko'rinadiki, flotatsiyalashda bo'tanadagi kislorodning optimal konsentratsiyasi va optimal Eh potentsiali mavjud.

Turli xil sulfidlar kislorod bilan turlicha ta'sirlashadi. Masalan, pirit va asosan pirrotin tez ta'sirlashadi, xalkopirit va boshqa sulfidlar sekinlik bilan ta'sirlashadi [1].

Shuning uchun rudada pirrotinning miqdori ko'p bo'lganda u birinchi navbatda ko'p kislorodni yutadi, boshqa minerallar esa kislorod tanqisligi tufayli sekin oksidlanadi va flotatsiyalanishi susayadi. Bunday hollarda qo'shimcha aeratsiyalash juda zarur hisoblanadi.



**32-rasm.** Oksidlanish-tiklanish potentsiali  $Eh$  yoki bo‘tanadagi kislorod konsentratsiyasining  $[O_2]$  na chekka namlanish burchagi  $\theta$  yoki flotatsiyalashda sulfidlarning ajralishiga bog‘liqligi.

Ayrim boyitish fabrikalarida rux flotatsiyasidan avval bo‘tanani kislorod bilan to‘yintirish flotatsiya tezligi va ruxni boyitmaga ajralishini oshishiga olib keladi. Boshqa fabrikada esa aksincha bo‘tanani qizdirish orqali undagi kislorod konsentratsiyasini pasaytirish va  $Eh$  potensialining manfiy qiymatini oshirish foyda beradi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonining texnologik ko‘rsatkichlariga nimalar kiradi?
4. Mineral zarra yuzasining ho‘llanishi deganda nima tushuniladi?
5. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo‘shiladi?

### **3.8. Flotatsiya jarayoniga ta’sir etuvchi omillar**

**Flotatsiya jarayoniga reagentlarning ta’siri.** Flotatsiya - universal va yuqori texnologik ko‘rsatkichlarga erishish mumkin bo‘lgan jarayon hisoblanib, uning borishiga ko‘p sonli omillar ta’sir qilishi mumkin. Ularga: dastlabki mahsulotning mineral tarkibi va yirikligi, bo‘tananing zichligi, harorat, reagent tarkibi, suvning tarkibi, flotatsiya vaqti, bo‘tananing mashinadagi aeratsiyalanish darajasi va h.k.

Boyitilayotgan rudaning mineral tarkibiga qo‘llanadigan reagentlarni tanlash, ularning sarfi, va rudadagi komponentlarni ajralish

ketma-ketligi tanlanadi. Rudani mineral - petrografik o'rganish asosida flotatsiyadan oldin hamma mineral komponentlarning tarkibi, o'simtalarning o'zaro tuzilishi, begona aralashmalarining oksidlanish darajasi va har qaysi komponentning massa ulushi belgilanadi. Buning asosida reagentlar tanlanadi, yanchish va flotatsiya sxemalari belgilanadi [1].

Turli xil rudalar turlicha flotatsiyalanadi. Sulfidli minerallarni nosulfid minerallardan flotatsiya usuli bilan oson ajratish mumkin. Sulfidli rudalarning oksidlanishi va tanlab eritilishi natijasida hosil bo'lgan oksidli rudalarning flotatsion qobiliyati sust bo'ladi va ular avval sulfidlanmasdan turib flotatsiyalanmaydi.

Flotatsiyada dastlabki mahsulotning yirikligi shunday bo'lishi kerakki, qimmatbaho komponent zarrachalari o'ziga yopishgan puch tog jinslari minerallardan to'liq ozod bo'lgan va flotatsiyalanuvchi zarrachalarning o'lchami havo pufakchalarining ko'tarilishi kuchiga mos kelishi kerak.

Odatda flotatsiyani zarrachalarning o'lchami 0,02-0,5 mm orasida olib boriladi. Flotatsiyalanuvchi mineral zarrachalarning maksimal o'lchami ularning gidrofobligiga va shakliga bog'liq. Rudani flotatsiyadan oldin yanchganda shunga erishish kerakki, dastlabki bo'tana tarkibida flotatsiyalanishi mumkin bo'lmagan yirik zarrachalar ham, shuningdek, ajralishni keskin ko'paytiruvchi va reagentlar sarfini oshiruvchi, o'lchami 0,02 mm dan kichik bo'lgan shlamlar bo'lmasin.

Bo'tananing qattiq zarrachalarining massa ulushi 15-40% gacha bo'lishi mumkin. Flotatsiyaning ba'zi jarayonlarida suyuqroq bo'tana ishlatish maqsadga muvofiq bo'lsa, ayrim jarayonlar uchun esa bo'tana quyultiriladi.

Bo'tananing zichligi katta bo'lganda uning pufakchalar bilan to'yinish darajasi pasayadi, yirik mineral zarrachalarning flotatsiyalanishi yomonlashadi, konsentratning sifati pasayadi. Yuqori sifatli boyitma olinishi talab qilinganda flotatsiya suyuqroq bo'tanada olib boriladi.

Haroratning ortishi ko'p hollarda flotatsiya jarayoniga ijobiy ta'sir etadi. Bunda bir qator reagentlarning (ayniqsa, yog' kislotalari va sovunlar) eruvchanligi ortib, ularning sarfi kamayadi. Shu bilan bir vaqtda to'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatilganda bunday hol kuzatilmaydi va bunda bo'tanani faqat qish kunlaridagina isitish maqsadga muvofiq.

**Reagentlarning qo'shish tartibi.** Flotatsiyada reagentlar tarkibi ishlatilayotgan reagentlarning turi, ularning sarfi, jarayonga berilish tartibi reagentlarning bo'tana bilan ta'sirlashuv vaqti bilan belgilanadi. Reagent

tartibi berilgan rudaning flotatsion qobiliyatini, mineral zarrachalarni yirikligi, suvning tarkibi va h.k.larni o'rganish borasida olib borilgan tajribalar asosida tanlanadi.

Odatda reagentlar quyidagi ketma-ketlikda qo'shiladi: muhit sozlovchilar, tazyiqlovchilar (faollashtiruvchilar), to'plovchi va ko'pik hosil qiluvchilar.

Muhit sozlovchilar tegirmonga yoki chanlarga beriladi. To'plovchilar esa kontakt chanlar yoki to'g'ridan-to'g'ri flotatsion mashinalarga beriladi. To'plovchi odatda bira-to'la emas, balki oz-ozdan qo'shiladi. Ko'pik hosil qiluvchilar flotatsion kameraga beriladi.

Suvning tarkibi flotatsiya jarayoniga ta'sir qiladi, chunki suv o'zining tarkibida har xil ionlar, erigan gazlar va boshqa qo'shimchalarni saqlaydiki, ular muhitning pH ini o'zgartirib, ko'pik hosil bo'lishini yomonlashtiradi va reagentlar sarfini oshiradi. Bo'tanadagi ionlar kerak bo'lmagan holda minerallarga faolligini oshiruvchi yoki so'ndiruvchi sifatida ta'sir qilishi mumkin.

Flotatsiya jarayonida flotatsiyalanuvchi komponentning boyitmaga ajralish darajasi va boyitmaning sifatini belgilaydi. Olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, flotatsiya vaqtining ma'lum bir chegarasi (optimum) bo'lib, flotatsiya vaqtining optimumdan oshishi iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, chunki qimmatbaho komponentning boyitmaga ajralishining sezilarsiz darajada ortishi flotatsiya vaqtining ancha uzayishi, boyitma sifatining yomonlashishi va flotatsion mashina ishlab chiqarish unumdorligining kamayishi hisobiga sodir bo'ladi.

Bo'tananing aeratsiyalanish darajasi flotatsiya vaqti va boyitishning texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. Bo'tananing aeratsiyalanish darajasi ortishi bilan flotatsiya vaqti kamayadi. Biroq, bo'tanani havo bilan haddan tashqari to'yintirish ularni qo'shilishini ko'paytiradi. Nisbatan yirik pufakchalar katta tezlikda qalqib chiqib, ulardan mineral zarrachalarning ajralish ehtimolini oshiradi. Bo'tanada mineral zarrachalarni ko'tarish uchun nisbatan yirik zarrachalarning ham, va mineral zarracha yuzasini faollashtiruvchi mayda pufakchalar ham bo'lishi kerak.

Flotatsiyaning samarali ketishiga flotatsion mashinaning ishlash sharoiti ham ta'sir qiladi. Mashinaga tushayotgan bo'tananing hajmi va undagi qattiq zarrachalarning massa ulushi (zichligi) doimiy bo'lishi kerak.

Flotatsion mashinani haddan tashqari yuklash metalni boyitmaga ajralishini kamaytiradi, chunki flotatsiya vaqti kamayadi. Mashinaga



hetarli miqdorda mahsulot solinmasa, buning aksicha, flotatsiya vaqti ortadi va ko'pikli mahsulotga puch tog' jinslari o'tib ketib, boyitma sifati yomonlashadi.

### **Ko'pikli flotatsiyada flotatsiya mashinasi samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar**

Ko'pikli flotatsiyada flotatsiya mashinasining ishlash samaradorligiga ko'p sonli bir biriga bog'liq omillar ta'sir qiladi.

Flotatsiya mashinalarining samarali ishlashini belgilovchi asosiy omillardan biri bo'tanani aeratsiyalash hisoblanadi. U beriladigan havo sarfiga, uning dispergatsiyalanish darajasiga, bo'tana hajmi bo'ylab taqsimlanishiga, aralashtirish jadalligiga, bo'tana zichligiga, ko'pik hosil qiluvchi reagentning turi va miqdoriga bog'liq [1].

Flotatsiya kamerasining ish samaradorligi uning aeratsiyalanuvchi hajmiga uzviy bog'liq bo'lib, u turli flotatsiya mashinalarida turlicha bo'ladi.

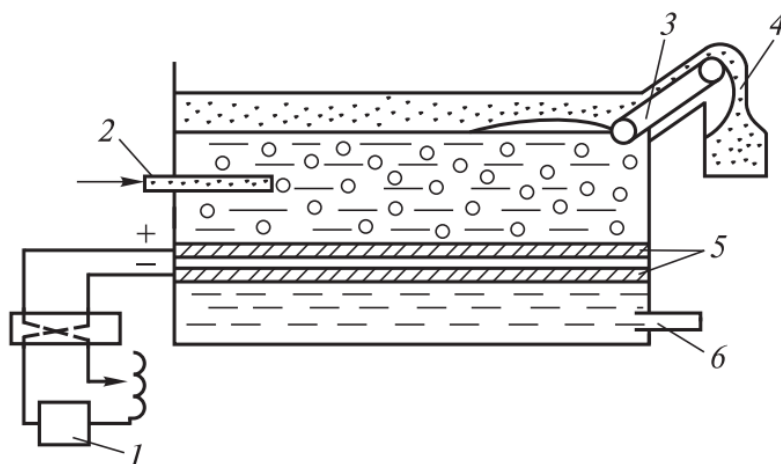
Aeratsiyalanayotgan hajmdagi havoning miqdori 0 dan 30 % gacha o'zgarishi mumkin.

Sanoat sharoitida aeratsiya flotatsiya kamerasining gorizontol kesimi birligidan yoki bo'tana hajmi birligidan vaqt birligi oralig'ida o'tgan havo hajmi bilan tavsiflanadi. U turli turdagi flotatsiya mashinalarida odatda  $600 \div 1300 \text{ l}/(\text{m}^2 \text{ min})$  ni tashkil etadi.

Aeratsiyaning oshishi bilan flotatsiya tezligi ortib boradi. Masalan, donador sulfidli rudalarni bir xil ajralishga erishish uchun kerakli flotatsiyalanish vaqti kvadrat ildiz ostidagi aeratsiya darajasiga teskari proporsional. Bo'tanaga beriladigan yoki so'rib olinadigan havoning miqdori mashina turiga va uning ishlash tartibiga bog'liq. Pnevmatik va pnevmomexanik flotatsiya mashinalarida havo sarfi avtomatik tarzda sozlanadi. Ammo, maksimal texnologik ko'rsatkichlarga ega bo'lish uchun havoning umumiy hajmi emas, balki havo pufakchalari yuzasining umumiy maydoni va ularni bo'tana yuzasiga suzib chiqish tezligini belgilovchi disperslik muhim ahamiyatga ega.

Havo pufakchalarining dispersligi aerator turiga, ko'pik hosil qiluvchi reagentning turi va konsentratsiyasiga bog'liq. Mexanik va pnevmomexanik flotatsiya mashinalarida u bo'tanani impeller yordamida aralashtirish jadalligi oshgani sari ortadi. Ammo, juda kuchli aralashtirish nafaqat pufakchalar va suvda qiyin eriydigan reagentlar dispersligini oshishiga, zarrachalar bilan pufakchalar to'qnashish ehtimolining ortishiga, balki pufakchadan ajratadigan kuchning oshishiga, yirik

zarralarning flotatsiyalanish ehtimolini pasayishiga va elektr energiyasining sarfini oshishiga ham olib keladi [10].



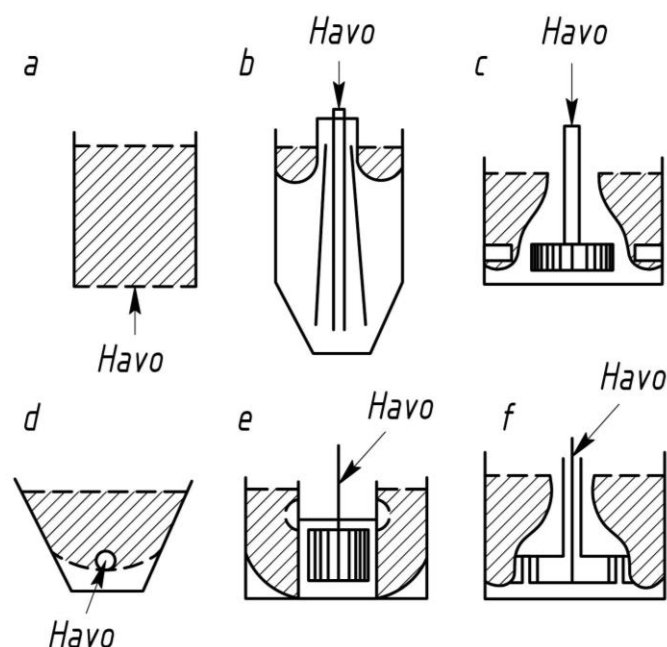
**33-rasm.** Ko‘pikli separatsiya uchun elektr flotatsiya mashinasi  
1 – tok kuchini to‘g‘rilagich; 2 – dastlabki bo‘tanani yuklash uchun quvur;  
3 - ko‘pik yig‘uvchi moslama; 4 - ko‘pik uchun nov; 5 – elektrodlar; 6 –  
kamera mahsulotini chiqarish uchun quvur.

Amaliyotda shunday hollar ham uchraydiki, (masalan, Kirovsk apatit nefelin boyitish fabrikasi) impellerning aylanish tezligini kamaytirish fabrika ishlashining texnologik va iqtisodiy ko‘rsatkichlarini oshishiga olib keladi.

Bo‘tana hajmida pufakchalarning teng taqsimlanishi flotatsiya kamerasining foydali ishlatilish koeffitsiyentini tavsiflab, u flotatsiya mashinasi turiga va bo‘tanani aralashtirishning jadalligiga bog‘liq.

Amaliyotda bo‘tananing birlik hajmidagi qattiq mahsulot miqdori yoki bo‘tanadagi qattiq fazani suyuq faza massasiga nisbati (Q:S) bilan tavsiflanuvchi bo‘tana zichligi flotatsiyaning qator parametrlari va ko‘rsatkichlariga katta ta‘sir ko‘rsatadi.

Bo‘tana zichligining oshishi (fabrikaning unumdorligi o‘zgarmas bo‘lganda) bo‘tananing flotatsiya mashinasi kamerasida bo‘lish vaqtini va bo‘tanadagi reagentlar konsentratsiyasining ortishiga (bo‘tanadagi qattiq mahsulot birligiga uning sarfi o‘zgarmas bo‘lgan hol uchun) olib keladi.



**34-rasm.** Turli xil flotatsiya kameralaridagi aeratsiyalanuvchi hajm:  
 a - oddiy tubli pnevmatik; b - chuqur aeroliftli; c - pnevmomexanik;  
 d - pnevmomexanik aylanuvchi rotorli; e - sterjen turidagi impellerli mexanik;  
 f - radial turdagi impellerli mexanik

Boʻtananing zichligi oshishi bilan koʻpikli qatlamdagi qimmatbaho komponentning miqdori kamayib boradi. Buning asosiy sababi: puch togʻ jinsi minerallari mexanik tarzda oʻzi bilan olib ketishi, yirik zarralarning flotatsiyalanishini kamayishi, mayin zarralarning flotatsiyalanishining oshishi (nafaqat flotatsiyalanuvchi minerallar, balki puch togʻ jinrlarining mayin zarralari ham pufakchalar bilan toʻqnashish tasodifi katta boʻlganligi uchun).

Boʻtana zichligining oshishi natijasida moʻrt zarrachalarning ishqalanish evaziga shlamlanish ehtimoli koʻpayishi kuzatilishi mumkin.

Qattiq mahsulot boʻyicha solishtirma ish unumdorligining maksimal qiymati va solishtirma energiya sarfining minimal qiymati boʻtana zichligining optimal qiymatida kuzatiladi.

Qimmatbaho komponentning boyitmaga ajralishi va aeratsiyalanish ham boʻtana tarkibidagi qattiq zarralar miqdoriga bogʻliq. Oʻta yuqori ajralish va aeratsiyalanish (yaxshi dispergatsiyalanish va pufakchalarning boʻtana hajmi boʻylab teng tarqalishi) boʻtana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 20—30% boʻlganda kuzatiladi.

Amaliyotda bo'tana zichligining qiymatini tanlash flotatsiyalanuvchi mineralning o'lchami va zichligiga, flotatsiya jarayonining maqsadiga va flotatsiyalash mahsulotlarining sifatiga qo'yilgan talabga bog'liq. Flotatsiyalanuvchi mineralning o'lchami va zichligi oshishi bilan bo'tana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 35—40% gacha ko'tariladi va shlamning miqdori ko'p bo'lganda hamda qayta ishlanayotgan mahsulotning zichligi pasayishi bilan uning miqdori 10—15% gacha pasayadi. Asosiy va nazorat flotatsiyasida chiqindi tarkibiga yo'qotilishni oldini olish uchun bo'tana zichligi balandroq (bo'tana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 25—40%) bo'lishi talab etiladi.

Murakkab sxemada rudalarni flotatsiya usulida boyitishda bo'tana zichligini optimal qiymatini ushlab turish uchun har bir jarayonda alohida choralar ko'rishga to'g'ri keladi (masalan, tozalash flotatsiyasidan avval boyitmani suyultirish yoki oraliq mahsulot yoki kollektiv boyitmani navbatdagi flotatsiyalashdan avval quyiltirish).

Boshqa teng holatlarda flotatsiyalanuvchi mahsulotning o'lchami flotatsiya mashinasining ish samaradorligini belgilaydi.

Mayin va yirik zarralarni samarali flotatsiyalanishini amalga oshirish uchun maxsus tuzilishga ega flotatsiya mashinalarini qo'llash maqsadga muvofiq. Shu sababli yirikligi bo'yicha katta diapazondagi mahsulotlarni bitta turdagi flotatsiya mashinasida boyitish katta yoki mayda zarralarni yomon flotatsiyalanishiga olib keladi.

Shuning uchun rudalarni murakkab sxemalarda (yirik va mayin zarralarni alohida sikllarda flotatsiyalash va turli turdagi flotatsiya mashinalarini qo'llash) flotatsiyalash ko'zda tutiladi. Natijada har bir siklda yuqori tezlik va past xarajatni ta'minlaydigan yuqori texnologik ko'rsatkichlarga ega bo'lish mumkin.

### **Nazorat savollari:**

1. Flotatsiya mashinalarining ish samaradorligiga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
2. Ko'pikli flotatsiyaning texnologik o'ziga xosligi nimada?
3. Flotatsiya mashinalarini tanlash nimalarga bog'liq?

### 3.9. Flotatsiya mashinalarining turlari. Mexanik flotatsiya mashinalari

Hozirgi vaqtda sanoatda bir necha yuzlab har xil tuzilishga ega bo'lgan flotatsion mashinalar ishlatilmoqda. Flotatsion mashinalarni asosan bo'tanani aeratsiyalash usuliga qarab tasniflash qabul qilingan. Flotatsion mashinalarning turlari 13-jadvalda keltirilgan.

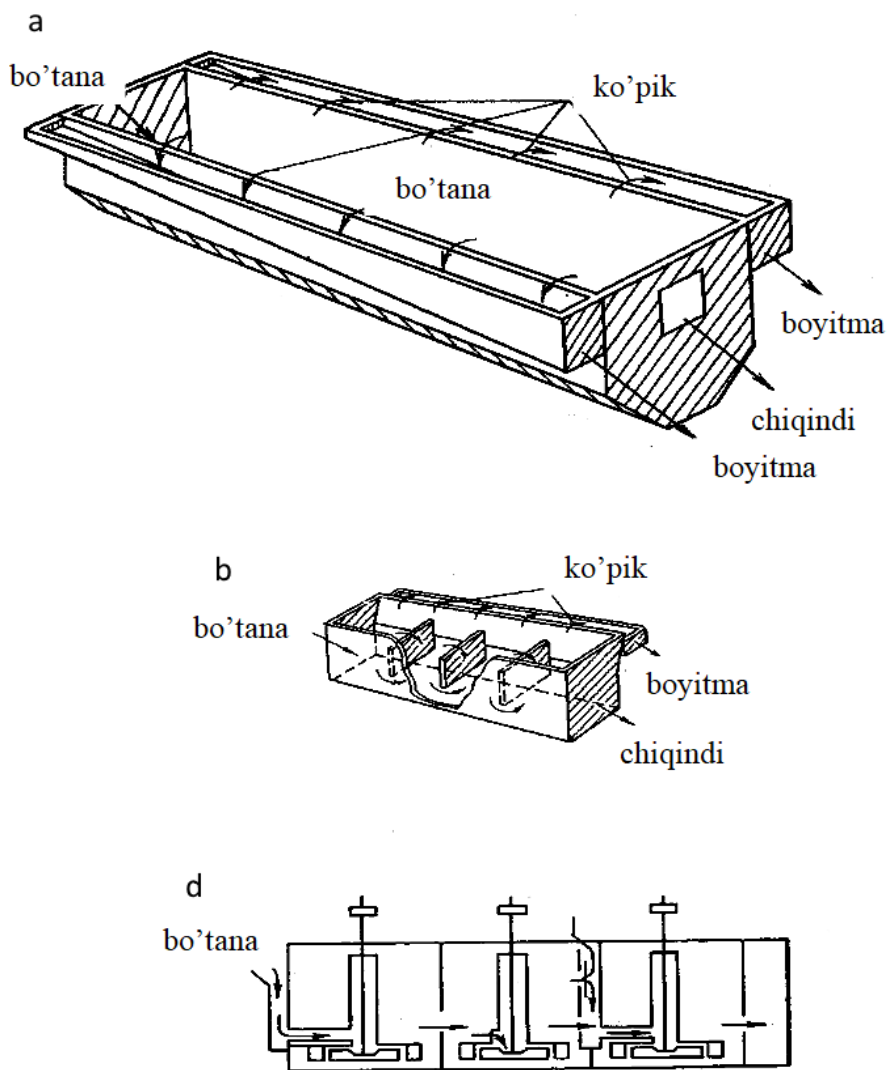
**13-jadval**

#### Flotatsion mashinalarning klassifikatsiyasi

No	Turi	Bo'tanani aeratsiyalash usuli	Konstruktiv jihati	Mashinalar
I	Mexanik	Bo'tanani impeller aylanishidan so'rilgan havo yordamida	1.Parrakli impeller. 2.Rotorli impeller	«Mexanobr» MFU-63, «Gumbold», «Minamet», «Fagergren»
II	Penovmatik	Bo'tanaga havo purkash yo'li bilan	1.Aerolift. 2.Bo'tanani ko'pik qatlamiga berish. 3.Kalonna turidagi kamerali. 4.Havoni mayda teshikchalar orqali berish.	Chuqur «Mexanobr», ko'pikni saralagich kalonnali «Apatit».
III	Penovmomexanik	I va II usullar birgalikda	1.Barmoqli aerator. 2.Titrama aerator. 3.Bo'tanani devor oldi qatlamini parchalovchi qurilma	«Mexanobr» barmoqli aerator bilan titratuvchi (vibratorli) aerator, uchli aerator
IV	Bo'tanada bosimni kamaytiruvchi	Eritmadan gazlarni ajratish yo'li bilan	1.Bo'tanani ustida vakuum hosil qilish. 2.Bo'tanani bosim ostida havo bilan to'yintirish va bosimni kamaytirish	Vakuimli, kompressorli
V	Elektroflotatsiya	Suvni elektrolizlash	-	Elektr flotatsiyali

Bundan tashqari, flotamashinalarni bo'tananing mashinalarda harakat yo'nalishiga qarab tasniflash mumkin. Ular uch turga bo'linadi: korita shaklidagi mashinalar, umumiy sathli va kamerali flotamashinalar (34-rasm).

Korita shaklidagi mashinalar yaxlit bo‘lib, uzunasiga cho‘zilgan. Flotatsiyaga tayyorlangan bo‘tana mashinani bir tomonidan beriladi va u qarama-qarshi tomonga harakat qiladi, chiqindi esa ikkinchi tomonidan chiqib ketadi. Ko‘pik esa koritaning uzunasi bo‘yicha hamma yeridan, uning ikkala qirg‘og‘i (borti) ga o‘rnatilgan novga tushiriladi. Bo‘tanani sathi kameraning hamma yerida bir xil bo‘ladi (34-rasm, a).



**35-rasm.** Flotatsiya mashinalari turlari:

- a)- korita turidagi mashina;
- b) – umumiy sathli mashina;
- d) – kamera turidagi mashina.

Umumiy sathli mashinalarni, koritali mashinalardan farqi – uzun korita to‘siq bilan bo‘linma (otsek) larga bo‘lingan. Har bir bo‘linmada aeratsiyalovchi qurilmalar o‘rnatilgan (34-rasm, b).

Kamerali turdagi mashinalar, juftlangan yoki alohida kameralardan

iborat bo‘lib, maxsus qurilmali tuynuklar yordamida bo‘tana birinchisidan ikkinchisiga o‘tishi va har bir kameradagi bo‘tana sathini ko‘tarishi yoki pasaytirishi mumkin.

Koritali mashinalar - pnevmatik, kompressorli va elektroflotatsiya mashinalariga bo‘linadi.

Kamerali mashinalarni – pnevmatik, mexanik va pnevmomexanik turlari mavjud.

**Mexanik flotatsion mashinalar.** Mexanik flotatsiya mashinalari boyitish fabrikalarida eng ko‘p tarqalgan hisoblanadi. (36–rasm)

Mashina to‘siq orqali bir nechta to‘g‘ri burchakli kameralarga bo‘lingan vannadan iborat. U har biri ikkita–so‘ruvchi va oqib o‘tuvchi kameralardan iborat seksiyalardan yig‘iladi.

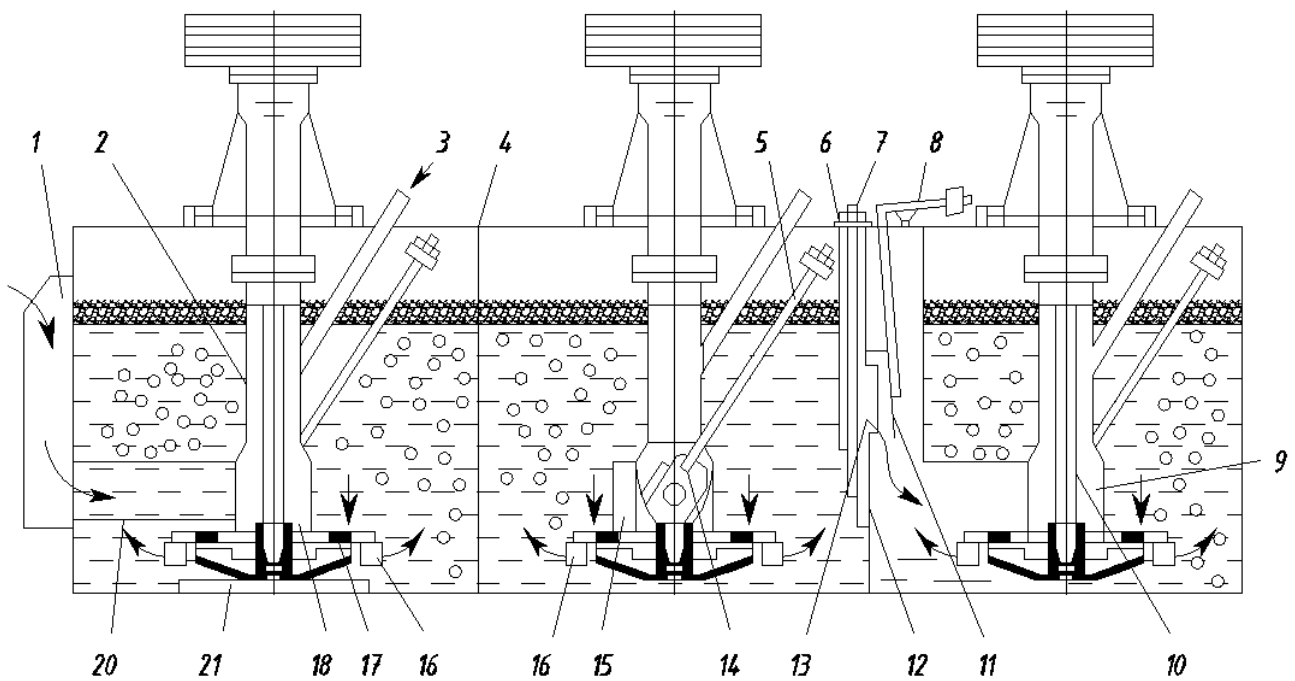
Har qaysi kamerada markaziy truba bo‘lib, uning ichida impellerli val aylanadi. Impeller vertikal valga qattiq mahkamlangan radial parrakli rotordan iborat. Val ponasimon–qayishli uzatma orqali elektrodvigateldan harakatga keltiriladi. Markaziy trubaning quyi qismi kengaytirilgan va gorizontal holdagi (bo‘tanani sirkulyatsiya qiluvchi va yo‘naltiruvchi parrakli) impeller usti diski o‘rnatilgan stakanga o‘tadi.

Parraklar disk radiusiga nisbatan  $60^\circ$  li burchak ostida joylashgan. (36–rasm).

Parrakli disk mashinaning statori deyiladi. Stator impeller to‘xtaganda, uni loyqa bilan to‘lib qolishdan asraydi. Stakan uchta teshikka ega. Ulardan biriga so‘ruvchi kameralarda so‘ruvchi qisqa-tarmoqlangan truba ulangan. Oqib o‘tuvchi kameralarda bu teshik po‘kak bilan berkitib qo‘yiladi. Qolgan ikkita teshik bir-biriga qarama-qarshi joylashgan bo‘lib, oraliq mahsulotni qaytadan flotatsiyalash uchun kameraga qaytarishga xizmat qiladi [10].

Agar oraliq mahsulot kameraga qaytarilmasa, teshiklarning biri tiqin (probka) bilan yopib qo‘yiladi, ikkinchisi esa tortish kuchi bilan so‘riluvchi shiber orqali yopiladi. Shiber yordamida impellerga tushayotgan bo‘tananing sarfi boshqariladi. So‘ruvchi va oqib o‘tuvchi kameralar bir-biridan pastki qismida teshigi bor to‘siq bilan ajratilgan, shuning hisobiga kameralarda bo‘tana bir xil sathda ushlanadi.

Mexanik flotatsiya mashinasining asosiy detali impeller hisoblanib, u havoni so‘rish va so‘rilgan havoni mayda zarrachalarga ajratishni ta‘minlaydi va bo‘tanani havo bilan to‘yintiradi. Impellerning aylanish tezligi qancha katta bo‘lsa, u shuncha ko‘p havoni so‘radi. Lekin bu tezlik haddan tashqari katta bo‘lmasligi kerak, aks holda tez aralashish natijasida mineral zarrachaning havo pufakchasidan uzilishi sodir bo‘ladi.



**36-rasm.** Mexanik turdagi kamerali flotatsiya mashinasi:

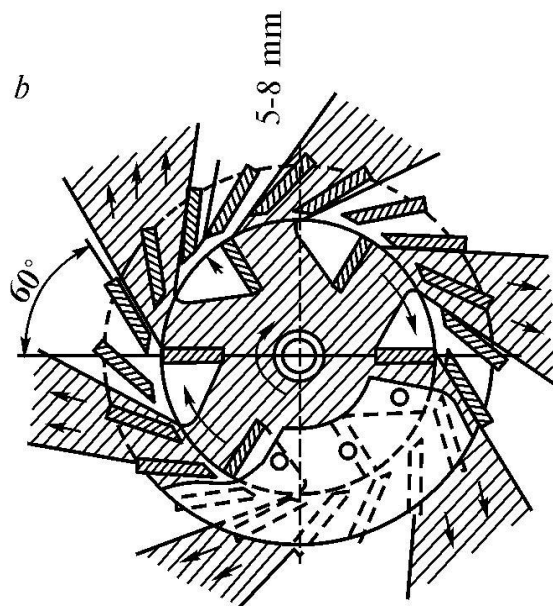
- 1 – cho‘ntak; 2 – markaziy quvur; 3 – havo uzatuvchi quvur; 4 – to‘sgich;  
 5 – tyaga; 6 – qopqoq metall quti; 7 – sterjen; 8 – nazorat yuklama; 9 –  
 stakan; 10 – impeller vali; 11 – yuruvchi zaslonka; 12 – qum uchun  
 teshiklar; 13 – darcha; 14 – shiber; 15 – quvurcha; 16 – stator  
 yo‘naltirgichi; 17 – stator diski; 18 – teshik;  
 19 – impeller; 20 – quvur

Mashina quyidagicha ishlaydi. Bo‘tana yuklovchi cho‘ntakdan patrubka orqali impeller ustidagi bo‘shliqqa so‘riladi, u yerdan katta tezlikda stator parraklari orasidan kameraga otiladi. Bu vaqtda impeller zonasidagi bosimda farq hosil bo‘ladi va markaziy truba va patrubok orqali atmosferadan havo so‘riladi; so‘rilgan havo juda ko‘p mayda zarrachalarga parchalanib, bo‘tanani butun hajmi bo‘yicha tarqaladi.

Mineral zarrachalar bilan to‘qnashgan havo pufakchalari minerallashadi va bo‘tananing yuzasiga ko‘tariladi, ko‘pik holida ko‘pik haydovchi mexanizm yordamida tarnovchaga tushiriladi.

Havo pufakchalari bilan ko‘tarilmay qolgan mineral zarrachalar, shu jumladan havo pufakchalaridan ajralib (uzilib) qolgan zarrachalar yana stator diskidagi teshikcha orqali impeller zonasiga so‘riladi. Birinchi kamerada flotatsiyalanmagan minerallar to‘siqdagi teshik orqali oqib o‘tuvchi kameraga o‘tadi va u yerda flotatsiya qaytariladi. Oqib o‘tuvchi kamerada bo‘tana shiber bilan boshqariluvchi teshik orqali impellerga tushadi.





**37-rasm. Mexanik mashinada stator parraklarini o‘rnatish sxemasi**

Oqib o‘tuvchi kameradan bo‘tana keyingi ikki kamerali seksiyaga tushadi va jarayon qaytariladi. Flotatsiyalanmagan minerallar oxirgi kameradan chiqarib olinadi.

Mexanik flotatsiya mashinalarining afzalligi ularga xizmat ko‘rsatish va ta‘mirlashning qulayligi hamda osonligi.

Impeller va statoridan iborat uzatkichli mexanizm bir bo‘lakda yig‘ilgan bo‘lib, uni boshqasi bilan tez va oson almashtirish mumkin yoki boshqa istalgan kameraga o‘rnatish mumkin.

**14-jadval**

**Mexanik flotatsion mashinalarning texnik tavsifi**

Ko‘rsatkichlar	FM-6,3
Kameraning foydali hajmi,	6,3
Kameralar soni	6
Impeller diametri, mm	600; 750
Impellerning aylanish tezligi, m/s	6,5
Bitta kameraga sarflanadigan havoning maksimal miqdori, m <sup>3</sup> /min	3,5
Bo‘tana bo‘yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m <sup>3</sup> /min	6 gacha
Elektrodvigatel quvvati, kVt	6,3
Ikki kamerali seksiyaning og‘irligi, t	3,8

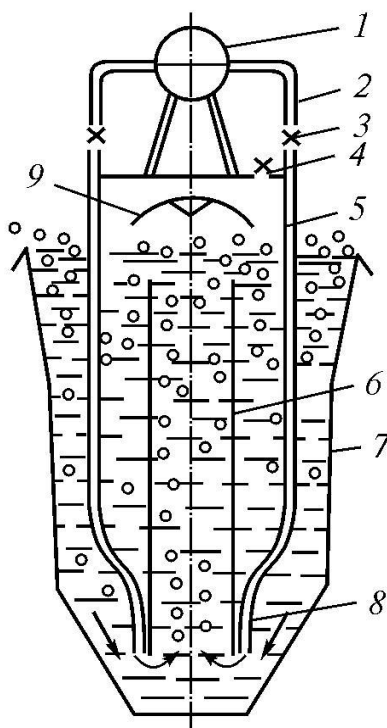
### 3.10. Pnevmatik flotatsiya mashinalari, ularning ishlash printsiplari

Pnevmatik (aerolift) flotatsiya mashinalari sodda tuzilishga ega, ishlatish vaqtida tejamli, mineral tarkibi bo'yicha uncha murakkab bo'lmagan rudalarni boyitishda ishlatiladi. Bu mashinalar aerolift (havo yordamida ko'tarilish) prinsipi bo'yicha ishlaydi va shuning uchun aerolift mashinalar deb ataladi.

Vannaning chuqurligiga qarab, aerolift mashinalar 2 ga bo'linadi:

- 1) sayoz (vannaning chuqurligi 0,9 m)
- 2) chuqur (vannaning chuqurligi 2,4 m dan 3 m gacha).

Chuqur aeroliftli mashina vanna 7, aerolift 6 va aerator 8 dan iborat. Aerolift vannaning markaziy bo'limi hisoblanadi mashinaning tubiga yetmagan 2 ta vertikal to'siq orqali hosil qilinadi (38-rasm).



**38-rasm.** Chuqur aerolift flotatsiya mashinasi

- 1 – kollektor; 2 – quvur; 3 – zulfon; 4 – teshik; 5 – yo'naltiruvchi to'siq;  
6 – aerolift; 7 – vanna; 8 – aerator; 9 – ko'pik ushlovchi.

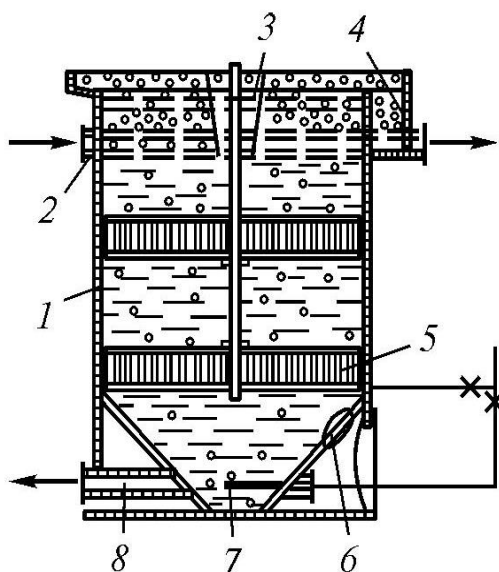
Aerator po'latdan payvandlangan quticha holida tayyorlanib, pastki qismida aeroliftga havo kiradigan teshik bilan tamomlanadi. Aerator 8 ga havo markaziy kollektor 1 dan ikkita havo o'tkazuvchi quvur 2 lar orqali

berilib, teshikning butun kengligi bo'yicha tarqaladi. Havo o'tkazuvchi quvur yuqorida zulfan (surma qopqoq) 3 ga ega. Bo'tana mashinaning bosh tarafida joylashgan qabul qiluvchi cho'ntak orqali vannaga beriladi. Havo aeroliftga ikki tomondan beriladi. Mashinaning yonbosh bo'lmlaridagi bo'tana havo bilan kam to'yingani uchun markaziy bo'lmadagi bo'tanaga nisbatan kattaroq zichlikka ega bo'ladi va u aerolift kameraga tomon intiladi.

Aerolift kamerada havo pufakchalarining maydalanishi bo'tana-havo aralashmasining turbulent harakati tufayli yuzaga keladi. Minerallashtirilgan havo pufakchalari aerolift kamerada yuqoriga ko'tariladi va yo'naltiruvchi to'siq 5 lar yordamida yonbosh bo'lmlarga otiladi. Bu maqsadda aerokamera ustiga otboynik 9 (ushlovchi) o'rnatiladi. Bo'tanani aralashtirish, tashish, bo'tana-havo aralashmasini aerolift kameradan chiqarish uchun kerak bo'lgan havo teshik 4 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Pnevmatik flotatsiya mashinasi FP-100 rangli, nodir, kamyob va qora metallar rudalarini, hamda ko'mir va shu kabi foydali qazilmalarni boyitishda ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan mexanik va pnevmatik flotatsiya mashinalaridan tuzilishining soddaligi, harakatlanuvchi va tez ishdan chiquvchi qismlarining yo'qligi, kam metall va elektr energiya ishlatishi, kam joy egallashi bilan ajralib turadi. (39-rasm) [10].



**39-rasm.** Pnevmatik flotatsiya mashinasi FP-100

- 1-silindrik kamera; 2-yuklovchi tuynuk; 3-ko'pik ushlovchi moslama;  
4-boyitmani bo'shatish tuynugi; 5,7-aeratorlar; 6-lyuk;  
8-chiqindini chiqarish uchun tuynuk.

Mashina asosi konus shaklidagi (30-55° burchak ostida) po‘lat listdan tayyorlangan vertikal silindrik kamera 1 dan iborat. Mashina konus qismining pastida uning o‘qi bo‘ylab yordamchi shaybali aerator 7 o‘rnatilgan. Bu aerator rezinadan tayyorlanib, mashina devoriga mahkamlanadi va mashina uzoq vaqt ishlamay turib qolganda uni ichidagi mahsuloti bilan birga ishga tushirishga xizmat qiladi.

Konus qismining yuqorisi silindrik qism bilan ulangan joyda teshik-teshik elastik naydan yasalgan asosiy aerator 5 kronshteynga tayanadi.

Aeratorning karkasi (qobirg‘a) metall quvurdan nippellar bilan tayyorlanib, ularga elastik teshik-teshik quvurlar mahkamlanadi.

Mashinaning yuqori qismida taxminan 4 m balandlikda ikkinchi aerator o‘rnatilgan. Ikkala aerator ham o‘zlarini mashina balandligi bo‘ylab yo‘naltiruvchi va ko‘taruvchi moslamalar bilan ta‘minlangan. Bu esa flotatsiya mahsulotlariga qo‘yiladigan talabga qarab, flotatsiyani boshqarish imkonini beradi.

Naysimon aerator bo‘tanadagi havo pufakchalarini samarali maydalaydi va ularni muallaq holda ushlab turishni ta‘minlaydi.

Naydagi har bir teshik jajji qopqoq (klapan) dan iborat bo‘lib, u ma‘lum havo bosimida ochiladi. Havo berish to‘xtatilishi bilan teshikcha yopiladi va naysimon aeratorga bo‘tana oqimi kirishi to‘xtaydi.

Mashinani dastlabki mahsulot (bo‘tana) bilan to‘ldirish uning yonboshidagi (yuqori qismida) tuynuk 2 orqali amalga oshiriladi.

Ko‘pikli mahsulot (boyitma) tarnovcha 4 dan oqib tushadi. Chiqindi bo‘shatuvchi moslama 8 orqali chiqariladi.

Aeratorga berilayotgan havoning sarfi va bosimini o‘zgartirib ko‘pikni minerallashtirish, boyitmaning sifatini va chiqishini boshqarish mumkin.

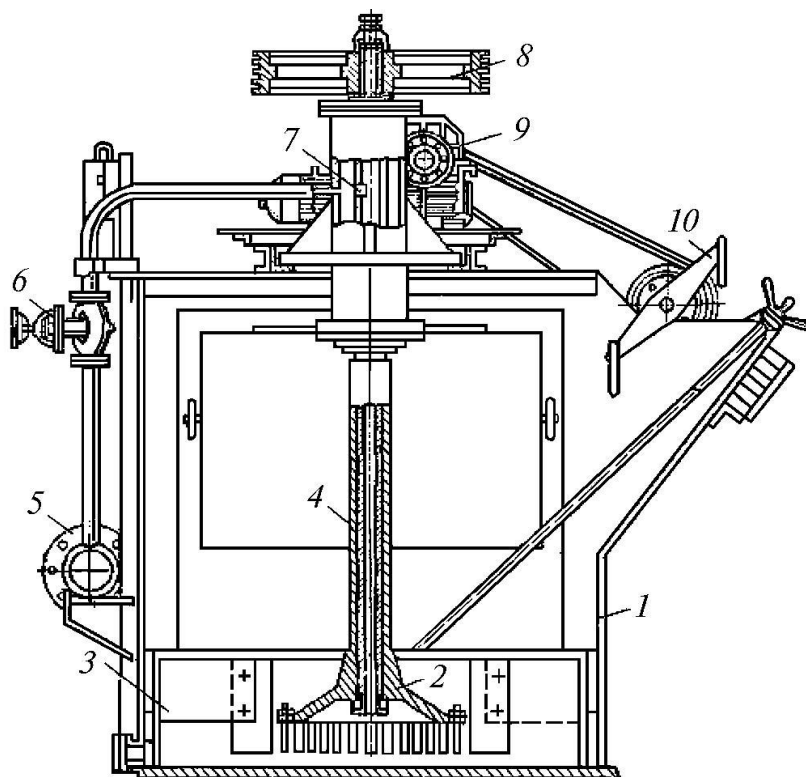
Mashinaning yuqori qismida ko‘pik ushlovchi moslama o‘rnatilgan bo‘lib, u ko‘pikni markazdan chetga yo‘naltiradi. Mashinani ko‘zdan kechirish uchun uning ostki qismida lyuk o‘rnatilgan.

### **3.11. Pnevмомеханик flotatsiya mashinalari, ularning ishlash printsiplari**

Pnevмомеханик flotatsiya mashinalari ishlash prinsipiga qarab mexanik mashinalarga o‘xshaydi, farqi esa aerator bo‘g‘imining tuzilishida. Bu mashinalarda aerator atmosferadan havoni so‘rish uchun emas, balki siqilgan havoni (kameraga majburan berilgan) maydalashga va

bo‘tanadagi qattiq zarrachalarni muallaq holda ushlab turish uchun mo‘ljallangan. (40-rasm).

Havo havu puflagichdan  $(0,2-0,4) \cdot 10^{-4}$  past bosim ostida mashina korpusi 1 orqa devori bo‘ylab joylashgan havu kollektoriga va naydagi teshikcha 7 lar orqali bo‘sh vertikal val 4 orqali aylanayotgan impeller 2 ga tushadi va u yerda mayda havu pufakchalari xosil bo‘ladi. Kameraga beriladigan havu sarfini boshqarish uchun ventil xizmat qiladi.



**40-rasm.** Pnevмомеханик flotatsiya mashinasi

1 – korpus; 2 – impeller; 3 – aralashtirgich; 4 – vertikal val; 5 – havu kollektori; 6 – zulfing; 7 – teshikcha; 8 – shkiv; 9 – reduktor; 10 – ko‘pik tushiruvchi.

Radial parrakli aralashtirgichlar 3 parraklar to‘plamidan iborat bo‘lib, ularning pastki zixi (cheti) korpusning tubiga yetmaydi, bu bilan kamera devorlarida loy to‘planib qolishining oldi olinadi va bo‘tananing havu pufaklari bilan bir tekis to‘yinishi sodir bo‘ladi. Kameraga beriladigan havoni boshqarish uchun ventil 6 xizmat qiladi.

Ko‘pikli mahsulot shkiv 8 va reduktor 9 orqali harakatga keltiriladigan elektrodvigateldan aylanadigan ko‘pik haydovchi moslama orqali ajratib olinadi.

Pnevmomexanik mashinalar mexanik mashinalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bu mashinalarda flotatsiya tezligi katta, havo yaxshi maydalanadi, elektroenergiya sarfi kamayadi.

Pnevmomexanik mashinalarda flotatsiya olib borish ularda flotatsiya tezligining mexanik mashinalardagiga nisbatan 30-40% oshishi, elektr energiyaning sarfi esa 30-40% kamayishini ko'rsatadi.

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalarining texnik xarakteristikasi 15-jadval.

### 15-jadval

#### Pnevmomexanik flotatsiya mashinalarining texnik xarakteristikasi

Ko'rsatkichlar	FPM-GMO-1,6	FPR-40	FPR-63
Kameraning foydali hajmi,	1,6	3,2	6,3
Kameralar soni	2-6	8	8
Impeller diametri, mm	600; 750	600; 750	750; 900
Impellerning aylanish tezligi, m/s	6,5	–	–
Bitta kameraga sarflanadigan havoning maksimal miqdori, m <sup>3</sup> /min	3,5	3,5	6
Bo'tana bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m <sup>3</sup> /min	6 gacha	5-8	8-14
Elektrodrigatel quvvati, kVt	6,3	8,6	23,1
Ikki kamerali sektsiyaning og'irligi, t	3,8	3,2	5,1

#### Nazorat uchun savollar:

1. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
2. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
3. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?

### 3.12. Flotatsiya mashinalarining hajmini hisoblash

**Flotatsiya mashinasi turini tanlash.** Bo'tanani havoga to'yintirish (aeratsiya) va aralashtirish usuliga qarab flotatsiya mashinalari mexanik, pnevmomexanik va pnevmatik mashinalarga bo'linadi.

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalari mexanik mashinalarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: bir xil texnologik ko'rsatkichlarda flotatsiya vaqti 35-40% ga kam; 1 t rudaga sarflanadigan energiya 40-50% ga kam; bo'tana oqimining yuqori tezligida ishlash mumkin; bo'tanani

havo bilan to'yintirishni keng chegarada boshqarish (1,5-1,8 m<sup>3</sup>/daqiq) mumkin.

Pnevmatik flotatsiya mashinalaridan aerolift mashinalar eng ko'p tarqalgan. Ular sodda tuzilishga ega va arzon, yuqori ishlab chiqarish unumdorligiga ega; energiya sarfi arziyasiz, polning sathini mexanik mashinalarga nisbatan kamroq egallaydi. Aerolift flotatsiya mashinalarining kamchiliklari quyidagilardan iborat: qiyin flotatsiyalanuvchi rudalarni flotatsiyalashda yetarli darajada barqaror bo'lmagan texnologik ko'rsatkichlar va yuqori namlikdagi boyitmalar olinadi, vannaning tubiga yirik va zichligi nisbatan yuqori zarrachalarning cho'kish xavfi yoki bo'tanani jadal aralashtirmasligi tufayli bunday zarrachalarning vannaning pastki qismida to'planishi; oraliq mahsulotni chiqarib olishning imkoni yo'qligi, bu esa murakkab boyitish sxemalarda ko'p sonli nasoslarni o'rnatishni talab qiladi.

Flotatsiya mashinalarining taxminiy solishtirma yuki 16-jadvalda keltirilgan.

**16-jadval**

**Flotatsiya mashinalarining taxminiy solishtirma yuki, t/m<sup>3</sup>soat.**

Flotatsiya mashinalarining turi	Oson flotatsiyalanuvchi, t=9-15 daqiqa	O'rtacha flotatsiyalanuvchi, t=15-30 daqiqa	Qiyin flotatsiyalanuvchi, t=30-50 daqiqa	Qattiq zarrachalarning miqdori 150 g/l, t=6-9 daqiqa
Pnevmomexanik	2,0÷1,2	1,2÷0,6	0,6÷0,35	-
Mexanik	1,2÷0,7	0,7÷0,35	0,35÷0,2	-
Aerolift	1,2÷0,7	0,7÷0,35	0,35÷0,2	-

Pnevmatik flotatsiya mashinalarni quyidagi sharoitlar bilan birgalikda qo'llash tavsiya qilinadi: foydali qazilma oson flotatsiyalanganda, uning kichik yoki o'rtacha zichligida, sodda boyitish sxemasida, boyitmaning chiqishi kattaroq bo'lganda. Boshqa sharoitlarda ko'pincha pnevmomexanik mashinalar tanlanadi. Biroq texnologik sabablarga ko'ra flotatsiya jarayonini jadallashtirishning imkoni bo'lmasa, mexanik mashinalar nisbatan tejamliroq bo'lishi mumkin.

Mexanik flotatsiya mashinalarining o'zgargan shakli qaynar qatlamli mashinalar -0,8 mm li va yirikroq zarrachali (-3 mm) qalayli rudalarni flotatsiyalash uchun muvaffaqiyatli ishlatilmoqda.

Turbomarkazdan qochuvchi impellerli flotatsiya mashinalari (FTM va FMIZ) ikkita havoga to'yintirish va qalqib chiqish kameralariga ega

bo‘lib, mayin tuyulgan shlamli bo‘tanalarni flotatsiyalashga mo‘ljallangan. Mashinalar havoni so‘rish, yoki pnevmomexanik mashinalardagiga o‘xshab tagidan havo berish orqali ishlashi mumkin.

Pnevmomexanik mashinalar yuqorida ko‘rsatilgan afzalliklari tufayli ko‘proq qo‘llaniladi. Ular oddiy bo‘tanalar (40% qattiq zarrachalar va 50% kam bo‘lmagan  $-0,074$  mm sinf) uchun ishlatiladi. Bu mashinalar oqib o‘tuvchi mashinalar bo‘lib, ularni bo‘tana sathi kameralar bo‘yicha boshqarilmaganda va ortiqcha mahsulotlarni tez-tez qaytarishlar bo‘lmaganda tavsiya qilinadi.

Mashinaga mahsulotlarni so‘rish va bo‘tanani qabul qilish uchun mexanik kameralar (bosh kameradagidek) o‘rnatish mumkin.

Pnevmatik mashinalar ichida Mexanobr institutining chuqur aerolift mashinalari eng yaxshi qisoblanadi.

Ko‘pikli saralash qo‘llaniladigan FP-2,5 pnevmatik mashina  $-0,074$  mm li sinfning miqdori 30% dan kam bo‘lmagan yirik zarrachali rudalarni boyitishda asosiy va nazorat flotatsiya jarayonlarida ishlatiladi.

**Flotatsiya mashinalarining hajmini hisoblash.** Loyihalash, ishlab chiqarishda va tadqiqot ishlarida quyidagilarni aniqlash zaruriyati tug‘iladi:

- fabrikaning unumdorligi va flotatsiyani davomiyligi ma'lum bo‘lganda, texnologiya uchun ma'lum hajmli flotatsion mashinalarni sonini;

- mashinalar soni va ularning o‘lchami ma'lum bo‘lganda fabrikaning unumdorligini;

- mashinalarning soni, o‘lchamlari va unumdorligi malum bo‘lganda flotatsiyaning davomiyligini aniqlash.

Hisob-kitoblarni bajarish uchun asosiy ko‘rsatkich flotatsiyani davomiyligi har bir jarayon uchun hisoblanadi. Bu ko‘rsatkich har bir aniq maqsad uchun tajriba va yarim sanoat sharoitida maxsus tajribalar o‘tkazish yo‘li bilan aniqlanadi. Tajriba sharoitida (kichik dastgohlarda) olingan natijalar, sanoat masshtabida o‘tkazilgan tajribalar natijalaridan 10 % dan 50 % gacha farq qilishi mumkin. Shuning uchun kichik hajmli flotomashinalarda olingan ko‘rsatkichlar katta hajmli flotomashinalarda tajriba o‘tkazilib, sinab ko‘rilishi lozim bo‘ladi.

Flotatsion kameralar sonini aniqlash (kamerali va to‘g‘ri oqimli turdagi flotatsion mashinalarning soni) quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:



$$n = \frac{V_b \cdot t}{V_K \cdot K} = \frac{V_S \cdot t}{1440 \cdot V_K \cdot K}$$

bu yerda, n - kerak bo'lgan kameralar soni;

$V_b$  - bo'tananing hajmi,  $m^3$ /daqiqqa;

t - flotatsiyaning davomiyligi, daqiqqa;

$V_K$  - kameraning hajmi,  $m^3$ ,  $K = 0,65-0,75$ ;

$V_S$  - bo'tananing sutkalik hajmi,  $m^3$ /sutka.

Korita turidagi mashina uzunligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$L = \frac{V_b \cdot t}{S \cdot K} = \frac{V_S \cdot t}{1440 \cdot S \cdot K}$$

bu yerda: L – mashina uzunligi, m;

S - bo'tana bilan band bo'lgan vannaning qirqim yuzasi,  $m^2$ ;

Vannaning uzunligi 10 m dan oshmasligi kerak.

Korita turidagi mashina uzunligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$m = \frac{60}{t}$$

Bir soatda flotatsiyaga tushayotgan bo'tananing miqdori quyidagi tenglik bilan hisoblanadi:

$$M_s = \frac{M_{SUT}}{24}$$

Bo'tana bo'yicha kameraning umumiy hajmi quyidagi tenglik bilan hisoblanadi:

$$V_v = \frac{V_s}{m} = \frac{V_s \cdot t}{60}$$

Kameralar soni quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$n = \frac{V_s}{V_K \cdot K}$$

Flotatsiyaga tushayotgan bo'tananing miqdori va zichligini aniqlashda quyidagi tenglikdan foydalaniladi:

$$V_{SUT} = Q \cdot \left( R + \frac{1}{\delta} \right)$$

bu yerda, Q - ruda miqdori, t/sutka;

$\delta$  - rudaning zichligi.

R - (C : Q) – suyuq va qattiq moddalarni og'irlik nisbati.

Yuqoridagilarni hisobga olib, quyidagi tengliklarni keltirib chiharamiz:

$$Q = \frac{V_c \cdot \delta}{\delta \cdot R + 1} \quad \text{yoki}$$

$$R = \frac{V_c \cdot \delta - Q}{Q \cdot \delta}$$

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya usulida boyitishning mohiyati nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
3. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
4. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
5. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?

### **3.13. Flotatsiyada qo'llaniladigan yordamchi dastgohlar**

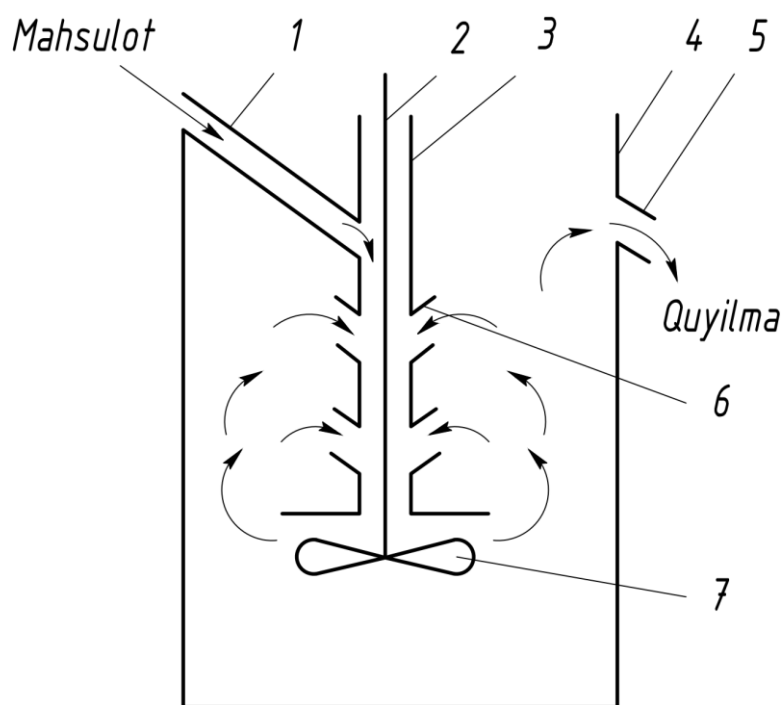
Bo'tanani flotatsiyalashdan oldin reagent bilan uzoq vaqt aralashtirish, aeratsiyalash zarurati bo'lganda bo'tanani tayyorlash uchun aeratsiyalovchi uskuna, kontaktli chanlar o'rnatiladi.

Kontaktli chanlar (41-rasm) bo'tanani reagent bilan aralashtirish uchun mo'ljallangan. Ular silindrsimon idish 4 va uning markazida aylanuvchi val 2 ga o'rnatilgan aralashtirgich 7 dan tashkil topgan. Val bo'tanani sirkulyatsiyalash uchun teshiklar 6 ga ega quvur 3 ga joylashgan bo'lib, bo'tana hajmi bo'ylab reagentlarning bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi. Dastlabki bo'tana quvur 1 orqali markaziy quvurning yuqori qismiga va keyin aralashtirgichga tushadi, flotatsiyalanishga tayyor bo'lgan bo'tana sliv quvuri 5 orqali chiqariladi.

Bo'tananing bir xilligi va flotatsiyalashga tayyorligi darajasi bo'tanani kontaktli chanda aralashtirish vaqti va jadalligi bilan belgilanadi. Kontaktli chanda bo'tanani aralashtirish uchun talab qilinadigan vaqt uning hajmi  $V$ , ( $m^3$ ) ni aniqlaydi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$V = Q(1/\delta_T + R)t/60.$$

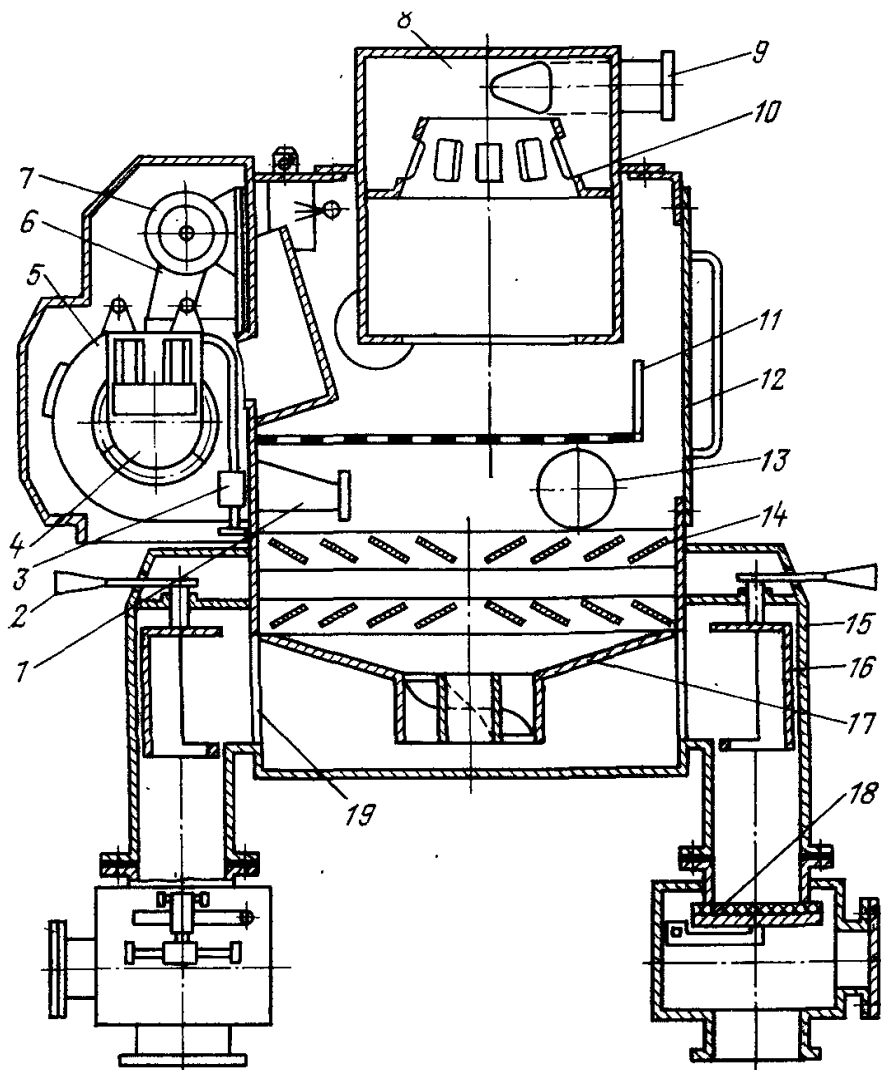
bu yerda  $Q$  – unumdorlik, t/s;  $\delta_T$  – qattiq mahsulot zichligi, t/m<sup>3</sup>;  $R$  – bo‘tana zichligi (S:Q);  $t$  – kerakli aloqa vaqti, min, reagentning minerallar yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashish jarayonining zarur bo‘lgan davomiyligi bilan belgilanadi. Ko‘mir bo‘tanasi uchun u bo‘tanadagi qattqlikning miqdori 35-40% bo‘lganda 1-2 min ni, 20% bo‘lganda 3-4 min ni tashkil qiladi. Rudali bo‘tanalar uchun u 1 dan 60 min gacha o'zgarishi mumkin. Bunda chanlarning hajmi 0,3 dan 47 m<sup>3</sup> gacha o‘zgaradi.



**41-rasm.** Kontaktli chan

Suvda qiyin eriydigan reagentlar qo‘llanilganda, dag‘al donador bo‘tanani flotatsiyalashga tayyorlashda, minerallar yuzasini zararli moddalar yoki reagentlardan tozalash zarurati bo‘lganda aralashtirish jadalligi ortadi.

Rangli metallarning sulfidli rudalarini flotatsiyaga tayyorlash jarayonida bo‘tanani aeratsiyalash mexanik flotatsiya mashinalarining birinchi kameralarida yoki turli xil tuzilishdagi mexanik, pnevmomexanik mashinalarga o‘xshash maxsus aeratsiyalovchi mono kameralarda amalga oshiriladi.



**42-rasm.** Bo'tanani flotatsiyalashga tayyorlash uchun uskuna «Kaskad»

«Kaskad» bo'tanani tayyorlash uskunasi (42-rasm) ko'mir bo'tanasini flotatsiya qilishda flotatsiya jarayoniga keladigan barcha loyqalarni jamlash uchun keng qo'llaniladi, bunda aerazol shaklida beriladigan reagentlar bilan bo'tanani jadal aralashtiriladi va flotatsiya mashinalariga teng taqsimladi.

Barcha kiruvchi bo'tana oqimlari aralashtirgich 8 ga yo'naltiriladi, unda quvurlar 9 ning tangensial ulanishi tufayli oqimlarni aralashtirishni ta'minlaydigan girdob hosil bo'ladi. Aralashtirgichdan bo'tana konus teshiklar 10 orqali oqib chiqadi va girdobsimon oqim shaklida shtamplangan panjara 11 ning yuqori qismiga berilib, uning yuzasiga tarqaladi va teshiklari orqali kolonna 12 ning pastki qismiga tushadi.

Reagentlar dozator 4 dan aerazolni tayyorlash uchun tasmali uzatma 6 orqali aylanma harakatni elektr yuritgich 7 dan oluvchi tez aylanuvchi ventilyator-rotorli uskunaga kiradi

Havo oqimi va rotorning mexanik ta'siri ostida hosil bo'gan reagentlar aerazoli filtr 3 dan o'tadi reaktivlar trubadan o'tib panjara 11 ostidagi kolonna 12 ga quvur 1 orqali bo'tana oqimiga qarshi oqimda quyiladi, bu esa reagentlarni bo'tana hajmi bo'yicha teng ravishda taqsimlanishini ta'minlaydi. Panjarani tozalash uchun teshik 13 mavjud. Kolonnaning pastki qismiga yo'nalgan bo'tana reagentlar bilan jalyuzli panjara 14 orqali o'tadi, u yerda qo'shimcha aralashadi va aralashtirgich 17 ga tushadi.

Kolonnaning pastki qismi bo'tanani bo'lib beruvchi bo'lib, yon devorlarida teshiklar 19 mavjud. Devorlariga aylanma tutgich 16 va tutqichlar 2 bilan sliv uchun qutilar 15 biriktirilgan. Sliv kolonnadan sliv qutisi orqali tushuvchi tayyor bo'tana oqimi tezligini sozlash uchun qutilariga tutib turuvchi klapanlar 18 biriktirilgan. «Kaskad» uskunasi unumdorligi  $8000 \text{ m}^3/\text{s}$  bo'lganda klapanlarning maksimal soni 8 tani tashkil qiladi.

### **3.14. Monometall rudalarning flotatsion sxemasi**

**Flotatsiya sxemalari.** Foydali qazilmalarni flotatsiyalash jarayonida turli - tuman texnologik sxemalar qo'llaniladi. Flotatsion sxemani tanlash boyitilayotgan mahsulotning flotatsion xossasiga, boyitmaning sifatiga qo'yilayotgan talabga va bir qator texnik-iqtisodiy omillarga bog'liq.

Ko'p hollarda bitta flotatsiya operatsiyasi natijasida oxirgi boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olishga erishilmaydi. Shuning uchun, flotatsiya sxemalari bir nechta flotatsiya jarayonlaridan tashkil topadi: asosiy flotatsiya, tozalash flotatsiyasi va nazorat flotatsiyasi.

*Asosiy flotatsiya* – flotatsion boyitishning birinchi jarayoni hisoblanib, qimmatbaho komponentni puch tog' jinslaridan ajratish maqsadida o'tkaziladi. Natijada xomaki boyitma va chiqindi olinadi.

*Tozalash flotatsiyasi* – o'zidan oldingi jarayonlarda olingan xomaki boyitmaning sifatini yaxshilash maqsadida o'tkaziladigan flotatsiya jarayoni.

*Nazorat flotatsiyasi* – asosiy flotatsiya natijasida olingan chiqindi tarkibidagi qimmatbaho komponentni yana bir bor ajratib olish maqsadida o‘tkaziladigan operatsiya.

*Flotatsion sxemalar* – flotatsiya bosqichi va sikllarining soni bilan bir–biridan farq qiladi.

*Flotatsiya bosqichi* deb, mahsulotni ma’lum yiriklikkacha yanchib, keyin flotatsiyalash jarayonini o‘z ichiga olgan texnologik sxemaning bir qismiga aytiladi.

Foydali mineralning xossasi va undagi mineral zarrachalarning o‘lchamiga qarab bir yoki ko‘p bosqichli flotatsion sxemalar ishlatiladi.

*Flotatsiya sikli* deb, qaytadan flotatsiyalanmaydigan bir yoki bir nechta tayyor mahsulotlar olinadigan flotatsiya jarayonlarining guruhiga aytiladi.

Qimmatbaho komponentlarning ajralish ketma–ketligiga qarab, polimetal rudalarni boyitishda kollektiv, selektiv va kollektiv–selektiv flotatsiya sxemalari mavjud bo‘ladi [1].

Agar oxirgi boyitmaga bira-to‘la bir nechta mineral (masalan, mis va nikel sulfidlari, mis-molibden, qo‘rg‘oshin–rux) ajralsa, bunday flotatsiya kollektiv flotatsiya deyiladi.

Agar rudadan qimmatbaho komponentlar ketma-ket ajratib olinsa, bunday flotatsiya selektiv flotatsiya deyiladi.

Kollektiv-selektiv flotatsiyada hamma qimmatbaho komponentlar avval kollektiv boyitmaga ajraladi, keyin esa undan alohida minerallar flotatsiyalanadi. Bir bosqichli flotatsiya sxemalari bo‘yicha sheelitli, flyuoritli, baritli, spodumenli rudalar boyitiladi. Bu rudalarni boyitish sxemalarida tozalash va nazorat flotatsiyalarining soni turlicha bo‘ladi.

**Monometall rudalarning metallar muvozanatini hisoblash.** Metallarning texnologik muvozanati ruda va boyitish mahsulotlari va aniq vaqt oralig‘ida qayta ishlangan quruq ruda massasining kimyoviy tahlili asosida tuziladi. Texnologik muvozanat texnologik jarayonlarni boshqarish va nazorat qilish, olinadigan boyitma va chiqindi tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni me'yorida ushlab turishni nazorat qilish va metallarni boyitmaga ajralishini aniqlash uchun zarur [10].

Metallar muvozanati ruda va boyitish mahsulotlarining texnologik ko‘rsatkichlari orqali hisoblanadi.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$\alpha$ - $\beta$ - $\theta$  – mos holda bosh mahsulot, boyitma va chiqindi tarkibidagi qimmatbaho komponent miqdori;

$\gamma_d$ ,  $\gamma_b$ ,  $\gamma_{ch}$  – mos holda bosh mahsulot ( $\gamma_d=100\%$ ), boyitma va chiqindining chiqishi, %;

$\varepsilon$  – bosh mahsulotdagi metalning ajralishi, 100% ;

$\varepsilon_b$  – metalni boyitmaga ajralishi, %;

$\varepsilon_{ch}$  – metalni chiqindiga yo‘qotilishi, %.

Rudadagi metalning miqdori uning boyitma va chiqindi tarkibidagi miqdori yig‘indisiga teng:

$$100 \cdot \alpha = \gamma_b \cdot \beta + \gamma_{ch} \cdot \theta$$

$$100 \cdot \alpha = \gamma_b \beta + (100 - \gamma_b) \cdot \theta$$

Boyitmaning chiqishi:

$$\gamma_b = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100$$

$$\gamma_b = \frac{\varepsilon_b - \alpha}{\beta}.$$

Metalni boyitmaga ajralishi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\varepsilon_u = \frac{\gamma_b - \beta}{\alpha},$$

agar boyitmaning chiqishi nomalum bo‘lsa, u holda

$$\varepsilon_b = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100\%.$$

Metalning chiqindiga yo‘qotilishi:

$$\varepsilon_{ch} = 100 - \varepsilon_b, \%$$

### **Misol**

Mis rudasi tarkibidagi misning miqdori 0,5% ( $\alpha_{Cu}=0,5\%$ ); boyitmadagi misning miqdori 18 % ( $\beta_{Cu}=18\%$ ). Misning boyitmaga ajralishi  $\varepsilon_{Cu}=92\%$ ; fabrikaning ish unumdorligi 10000 t/sutka ga teng.

Mis boyitmasining chiqishi, chiqindining chiqishi, misning chiqindiga yo‘qotilishi, chiqindidagi misning miqdori va mis boyitmasining massasini hisoblang.

Hisoblash natijalari metallar muvozanati jadvaliga kiritiladi (17-jadval).

Mis boyitmasining chiqishini topamiz:

$$\gamma_b = \frac{\varepsilon_b - \alpha}{\beta} = \frac{92 \cdot 0,5}{18} = 2,55\%$$

Chiqindining chiqishi:

$$\gamma_{ch} = 100 - \gamma_b = 97,45\%$$

Misning chiqindiga yo‘qotilishi:

$$\varepsilon_{ch} = 100 - 90 = 8\%.$$

Chiqindi tarkibidagi misning miqdori:

$$\theta = \frac{\varepsilon_{ch} \cdot \alpha}{\gamma_{ch}} = \frac{8 \cdot 0,5}{97,45} = 0,041\%$$

Mis boyitmasining massasi:

$$M_b = \frac{10000 \cdot 2,55}{100} = 255 \text{ t/sut}$$

Chiqindining massasi:

$$M_{ch} = 10000 - 255 = 9745 \text{ t/sut}$$

## 17-jadval

### Metallar muvozanati jadvali

Mahsulot	Mahsulot chiqishi		Misning miqdori, %	Misning ajralishi, $\varepsilon_{ch}, \%$
	%	t/sut		
Boyitma	2,55	255	18	92
Chiqindi	97,45	9745	0,041	8
Bosh mahsulot	100	10000	0,5	100

### Nazorat uchun savollar:

1. Mineral zarra yuzasining ho‘llanishi deganda nima tushuniladi?
2. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
3. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo‘llaniladi?
4. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo‘llaniladi?
5. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo‘shiladi?

### 3.15. Ruxli rudalarning flotatsion sxemasi

Mis-rux rudalari selektiv flotatsiya o‘tkazish nuqtayi nazaridan qaralganda murakkab hisoblanadi. Bu ularning murakkab moddiy tarkibi bilan, qimmatbaho minerallarning donadorlik xarakteristikasiga va mis va rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlarning bir biriga yaqinligi bilan izohlanadi. Mis-rux rudalari to‘g‘ridan to‘g‘ri selektiv yoki kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalarida boyitiladi.

Tug‘ridan to‘g‘ri selektiv flotatsiyada yanchish jarayoni 85-95% - 0,074 mm sinfgacha yetkazilishi, ya’ni mayindispers xalkopirit, sfalerit va piritning yuzalari ochilishi zarur. Xalkopiritni flotatsiyalash va sfalerit hamda piritni tazyiqlash uchun yanchishda tegirmonga reagentlar



qo‘shiladi. Mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfaleritni mis kuporosi bilan faollantirilgandan keyin rux boyitmasi olinadi. Bunday sxema yirik donador mis-rux rudalarini flotatsiya qilishda mis minerallari asosan xalkopirit ko‘rinishida bo‘lganda, sfalerit esa mis ionlari bilan faollantirilmagan hollarda qo‘llanadi.

Mis-rux rudalarini selektiv flotatsiyasi Sibay fabrikasida (MDH), «Rutten», «Foks», «Ekstol» va «Kvemont» (Kanada) fabrikalarida, hamda Finlyandiya va Norvegiya fabrikalarida qo‘llaniladi.

Mis boyitmasini sifatini oshirish maqsadida uni qayta tozalash jarayonidan oldin yanchiladi. Yanchishdan so‘ng yanchilgan boyitma odatda alohida siklda flotatsiyalanadi. Boyitma qayta tozalashga, chiqindi esa chiqindi saqlash joyiga yuboriladi.

Yirik donador rudalar kollektiv flotatsiyadan oldin 45-60% – 0,074 mm sinfdagi o‘lchamda dag‘al yanchiladi, bunda sulfidli minerallarning asosiy qismi puch tog‘ jinsi minerallaridan ajratiladi. Yaxlit rudalarni qayta ishlashda sulfidlarni kollektiv flotatsiyasi 85-90% – 0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so‘ng va piritning asosiy qismini tazyiqlash maqsadida albatta oxakli muhitda (200-500 g/m<sup>3</sup> erkin CaO) o‘tkaziladi. Yig‘uvchilar sifatida fabrikalarda asosan ksantogenat va ditiofosfatlar (150-200 g/t), ko‘pik hosil qiluvchi sifatida esa T-66 qo‘llaniladi.

Agar rudada sfaleritning ikki xil turi uchrasa, unda kollektiv boyitmaga avval mis sulfidi va yuqori faollangan sfalerit ajratiladi, qolgan sfalerit rux flotatsiyasida mis kuporosini bilan faollantirilgandan so‘ng ajratib olinadi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi ajratilishidan avval albatta oxakli muhitda yanchiladi va natriy sulfidi (0,2-3 kg/t rudada) hamda faollantirilgan ko‘mir (0,3 kg/t) yordamida desorbsiyalanadi.

Desorbsiya chanlarda qattiqlik miqdori 55-60% bo‘lganda o‘tkaziladi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi sianidli va sianidsiz usul bilan ajratilishi mumkin. Birinchi ko‘rinishda yanchishda tegirmonga yoki changa mis flotatsiyasidan oldin sianid aralashmasi va rux kuporosi beriladi. Ikkinchi ko‘rinishda esa, sianid natriy sulfidi yoki natriy tiosulfati bilan almashtiriladi, u rux kuporosi bilan birgalikda sfaleritning yaxshi tazyiqlovchisi hisoblanadi. Urarning sarfi odatda quyidagicha, kg/t rudada: 0,1–0,2 natriy sulfidi; 0,2–0,3 natriy tiosulfati va 0,3–0,5 rux kuporosi.

Mis flotatsiyasi ksantogenat va ko‘pik hosil qiluvchi reagent ishtirokida amalga oshiriladi. Tozalash jarayonida mis boyitmasining sifatini oshirish maqsadida natriy sulfidi, rux kuporosi va albatta oxak

(500–700 g/m<sup>3</sup> erkin CaO) qo‘shiladi. Mis flotatsiyasining chiqindilaridan mis kuporosi (0,1–0,3 kg/t) bilan faollantirilgandan so‘ng sfalerit flotatsiyalanadi. Piritni tazyiqlash uchun asosiy rux flotatsiyasida bo‘tanaga 800-1000 g/m<sup>3</sup> gacha erkin CaO, qayta tozalash flotatsiyasida esa 1100–1200 g/m<sup>3</sup> gacha erkin CaO qo‘shiladi.

Kolchedanli mis-rux rudalarini flotatsiyalashda rux flotatsiyasining chiqindisi ko‘p hollarda tayyor pirit boyitmasi hisoblanadi, donador rudalar flotatsiyasida esa pirit tarkibli chiqindilar olinadi, ular kuchsiz nordon muhitda flotatsiyalanib, pirit boyitmasi olinishi mumkin.

Agar olinayotgan rux boyitmasida ruxning miqdori 37-40% dan oshmasa, unda u missizlantirish va temirsizlantirish jarayonlariga yuboriladi. Bunda olingan rux boyitmasi 60 % qattiqlikkacha quyultirilgandan so‘ng yanchiladi, agar bu zarur bo‘lsa. Quyultirgichda yuviladi, soda va rux kuporosi bilan aralastirilib, pH 7-8 muhitda mis-pirit flotatsiyasiga yuboriladi. Ko‘pikli mahsulot - mis-pirit boyitmasi tayyor mis boyitmasi bilan birlashadi, kamera mahsuloti esa maromiga yetgan rux boyitmasi hisoblanadi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Moddiy tarkibiga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
2. Fizik xususiyatlariga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
3. Boyitishning xalq xo‘jaligidagi roli nimadan iborat?
4. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

### **3.16. Polimetall rudalarning flotatsion sxemasi**

#### **Alohida turdagi polimetall rudalar uchun flotatsiyaning prinsipial sxemalarini tanlash**

Mineral tarkibi va metalning miqdoriga qarab polimetall rudalar to‘rt guruhga bo‘linadi [10].

***Birinchi guruh*** - rangli metallar miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Bu rudalar asosan qo‘rg‘oshin, mis, va temir sul’fidlaridan tashkil topgan. Sulfidlarning umumiy miqdori 75-90%, rangli metallarning miqdori 6-15%.

Bu guruhdagi rudalarni boyitish uchun odatda to‘g‘ri selektiv flotatsiya sxemasi qo‘llaniladi. Flotatsiya chiqindisi oltingugurtga yetarli darajada boy va sulfat kislota ishlab chiqaruvchi sanoat uchun xomashyo

sifatida ishlatish mumkin bo'lgan holda to'g'ri selektiv flotatsiya sxemalari ayniqsa maqsadga muvofiqdir.

**Ikkinchi guruh** - rangli metallar miqdori kam va oltingugurtning miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Rudalarning bu guruhiga ko'pchilik mis-ruxli, piritli rudalar kiradi. Mis-ruxli, piritlardagi misning miqdori  $1\div 2\%$ , ruxning miqdori esa  $1\div 2,5\%$ .

Bu guruhlardagi rudalarni boyitishning eng samarali usuli boy piritli chiqindi olinuvchi mis va rux sulfidlarini dastlabki kollektiv flotatsiyalash hisoblanadi..

Rudada oltingugurtning miqdori kam bo'lganda kollektiv flotatsiya chiqindisi oltingugurtning miqdori bo'yicha talabga javob bermaydigan hisoblanadi. Bu holda barcha sulfidlarni dastlabki kollektiv flotatsiyalash sxemasi ayniqsa manfaatli hisoblanadi.

**Uchinchi guruh** - rangli metallarning miqdori yuqori va ora-sira joylashgan polimetall rudalar. Bu guruhga foydalanilayotgan qo'rg'oshin, ruxli va mis-ruxli konlarning rudalari kiradi. Bu turdagi rudalarda mis, qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori  $8\div 15\%$  gacha yetadi.

Foydali minerali yirik va ora-sira joylashgan rudalar to'g'ri selektiv flotatsiyali sxema bo'yicha boyitiladi. Agregatli va ora-sira joylashganda dastlabki kollektiv flotatsiyali sxema ko'proq samara beradi.

**To'rtinchi guruh** - rangli metallarning miqdori kam bo'lgan va ora-sira joylashgan rudalar. Rangli metallarning umumiy miqdori qoidaga ko'ra  $3\div 4\%$  dan ortmaydi, ba'zi hollarda esa  $2\%$ . Piritning miqdori ba'zan  $30\div 40\%$  ga yetadi. Bu guruhdagi rudalarni boyitishda iqtisodiy shartlar bo'yicha dastlabki kollektiv flotatsiya sxemasini qo'llash maqsadga muvofiq [2].

### **Boyitishning alohida sikl va bosqichlarida flotatsiya sxemalarini tuzish**

Amalda ishlatiladigan flotatsiya sxemalari shuncha ko'pki ularni alohida hol uchun ko'rib chiqishga imkoniyat yo'q.

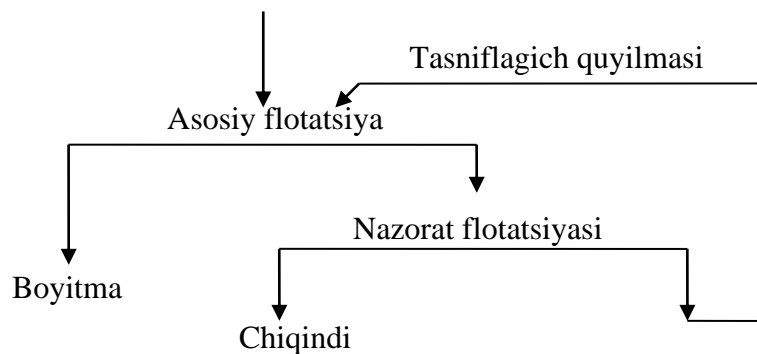
Boyitish siklining eng oddiy misoli bitta flotatsiya jarayoni hisoblanadi. Lekin bunday oddiy sxema faqat bitta ohirgi mahsulot olinadigan siklda ishlatilishi mumkin. Masalan, birinchi bosqichda flotatsiyalashda tayyor boyitmaning bir qismi va qaytadan yanchishga va flotatsiyaning ikkinchi bosqichiga tushuvchi boy chiqindi olinishida.

Agar boyitish siklida ikkita oxirgi mahsulot-konditsion boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olinishi kerak bo'lsa, murakkabroq boyitish sxemalari qo'llaniladi.

Flotatsiya sxemasining tarmoqlanish yoʻnalishi asosan uchta shartga –rudadagi qimmatbaho mineralning miqdoriga boyitmaga qoʻyiladigan talablarga va qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish xususiyatlariga bogʻliq.

**Rudadagi qimmatbaho komponentning miqdori yuqori, boyitma sifatiga qoʻyiladigan talablar past, puch togʻ jinslari flotatsion aktiv emas.** Bunda boyitmani tozalash jarayonlarisiz, lekin chiqindini bir, ikki marta nazorat flotatsiyalash qoʻllanuvchi flotatsiya sxemasini ishlatish mumkin. Bunday sxemalar koʻmir boyitish fabrikalarida, shuningdek rangli metallarning boy rudalarini boyituvchi baʼzi fabrikalarda qoʻllanadi (43-rasm)

**Qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish qobiliyati past, boyitma sifatiga qoʻyiladigan talablar ham past.** Yuzaga qalqib chiqib flotatsiyalangan minerallarni tozalash maqsadga muvofiq emas va ularni jarayondan tezda chiqarib olish kerak. Sxema nazorat flotatsiyalar sonini ortishi yoʻnalishida tarmoqlanadi. Misol tariqasida mis-piritli rudalarni flotatsiyalash sxemasini keltirish mumkin (44-rasm).

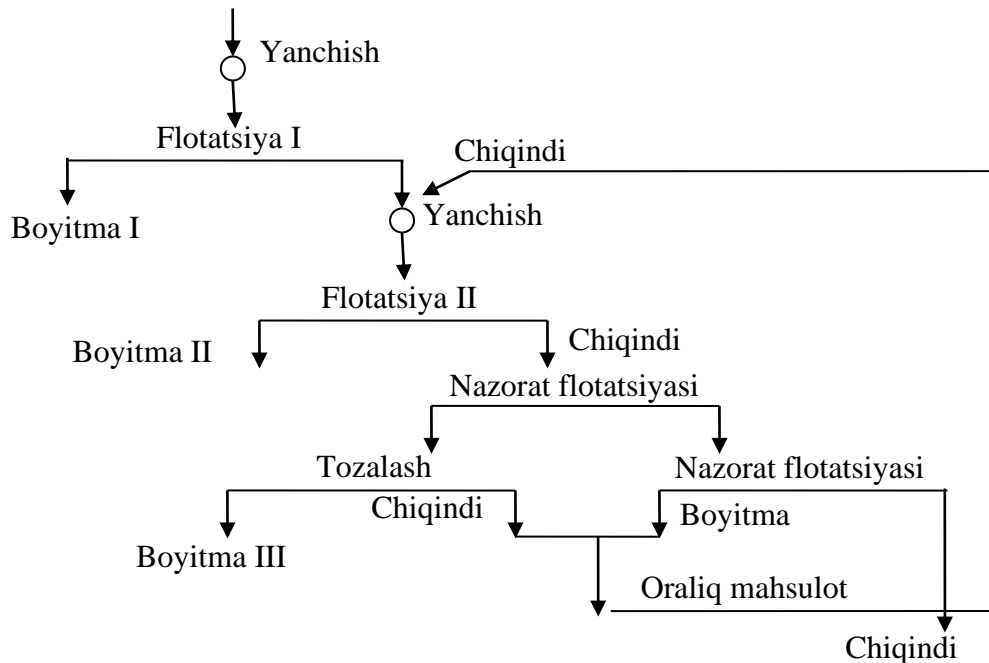


**43-rasm.** Asosiy flotatsiya chiqindisini nazorat flotatsiyalovchi flotatsiya sxemasi

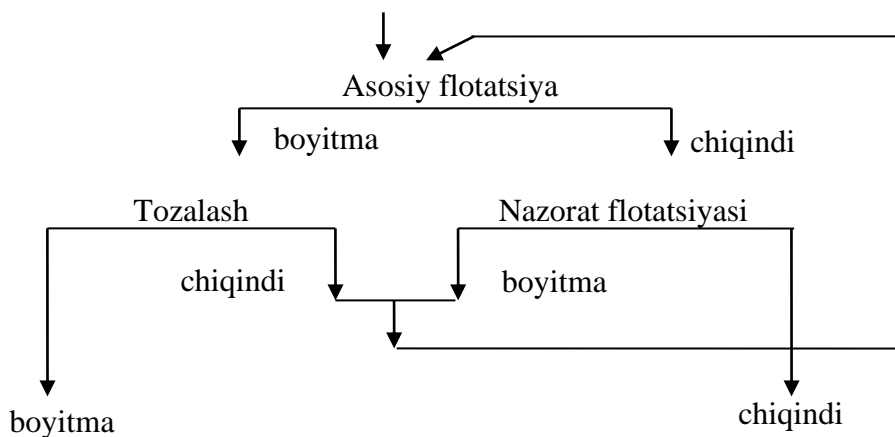
Boyitmani ikki yoki uchta tozalash va bitta nazorat jarayonli sxema qimmatbaho mineralning yuqori boyitish darajasiga erishishda yoki puch togʻ jinslarining flotatsion faolligi yuqori boʻlganda ishlatiladi. U polimetall rudalarni boyitishning qoʻrgʻoshinli va ruxli sikllarida qoʻllaniladi.

**Rudadagi qimmatbaho mineralning miqdori kichik, boyitma sifatiga qoʻyiladigan talablar yuqori, qimmatbaho mineral yaxshi flotatsiyalanadi.** Flotatsiya sxemasi boyitmani tozalash jarayonlari soni ortishi yoʻnalishida tarmoqlanadi. Bunday sxemalar molibdenli, grafitli rudalarni boyitishda qoʻllanadi. Rudadagi molibden miqdorining kamligi

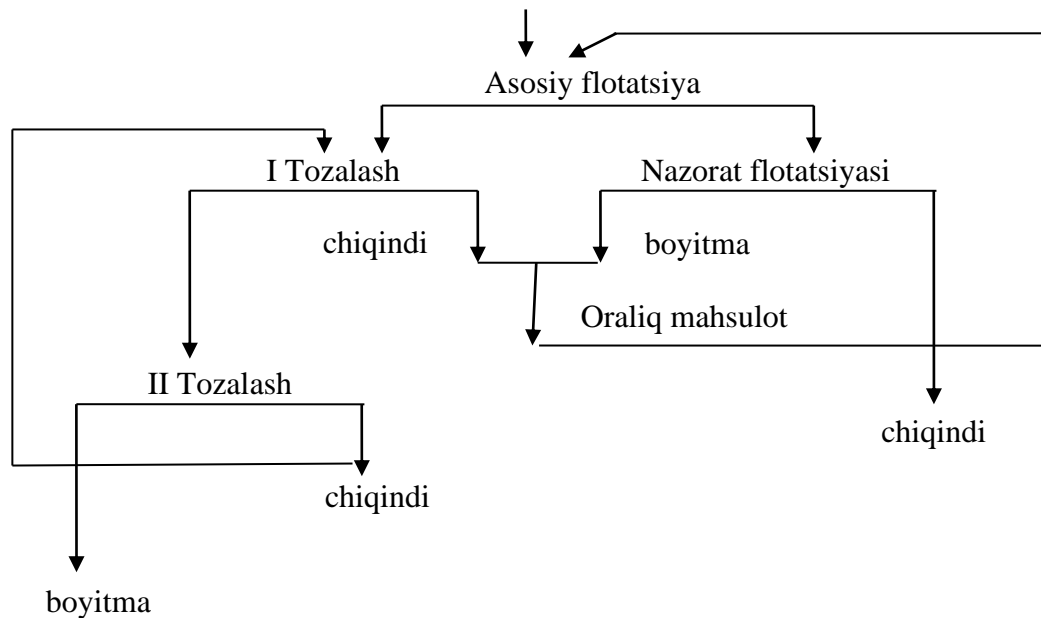
boyitmaga qo‘yiladigan talablar yuqoriligi sxemaga 5-8 tadan boyitmani tozalash jarayonlarini kiritishni talab qiladi. Molibdenitning yaxshi flotatsiyalanishi uni chiqindilar bilan yo‘qolishidan cho‘chimasdan ko‘p sonli tozalash jarayonlarini qo‘llashga imkon beradi. Kambag‘al grafitli rudalarni boyitishda 6-7 ta boyitmani tozalash jarayonlarini qo‘llovchi flotatsiya sxemalari ishlatiladi [2].



**44-rasm.** Nazorat flotatsiyasi sonlarining ortishi yo‘nalishida rivojlanuvchi flotatsiya sxemasiga misol



**45-rasm.** Boyitmani bir marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxema.



**46-rasm.** Boyitmani ikki marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali flotatsiya sxemasi

Boyitmani bitta tozalash jarayoni qoʻllaniladigan flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasi talab qilinmaganda, kambagʻal ruda va boyitma sifatiga qoʻyiladigan talablar past; oʻrtacha ruda va oʻrtacha talablar, boy ruda va yuqori talablar. Bunday sxemalar koʻpincha misli rudalarni flotatsiyalashning kollektiv flotatsiyasida uchraydi.

Boyitmani bir marta tozalash jarayonli flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasini olish talab qilinmaganda; kambagʻal rudalar va boyitma sifatiga qoʻyiladigan talab past boʻlganda; oʻrtacha ruda va oʻrtacha talablarda, boy ruda va yuqori talablarda qoʻllaniladi. Bunday sxema koʻpincha misli flotatsiyaning asosiy siklida, polimetall rudalarni kollektiv flotatsiyalash siklida uchraydi. boyitmani ikki va uch marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxemalar qimmatbaho mineralning yuqoriroq boyitish darajasiga erishish lozim boʻlganda yoki puch togʻ jinslarining flotatsiyalanish faolligi yuqori boʻlganda ishlatiladi (46-rasm).

### **Boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash**

Flotatsiya va gravitatsiya usulida boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash bir-biriga oʻxshash boʻlgani uchun gravitatsiya usulida boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash usulini keltiramiz.

Boyitishning miqdor sxemasini hisoblashda sxemadagi barcha mahsulotlar uchun asosiy texnologik ko'rsatkichlar –  $Q, \gamma, \beta, \varepsilon$  larning son qiymati aniqlanadi:

$Q$  – mahsulotning og'irligi (t/soat yoki t/sut);  $\gamma$  – mahsulotlarning chiqishi, %;

$\beta$  – mahsulotlardagi qimmatbaho komponentning miqdori, %;

$E$  mahsulotlarga ajralish, %. Ba'zi hollarda qo'shimcha ravishda  $E$  – xususiy ajralishning qiymati aniqlanadi.

Miqdor sxemasi quyidagi tartibda hisoblanadi:

1. Sxemani hisoblash uchun kerakli va yetarli bo'lgan dastlabki ko'rsatkichlarning soni aniqlanadi.

2. Dastlabki ko'rsatkichlarning, ya'ni  $\varepsilon, \beta, \gamma$ , larning soni tanlanadi.

3. Dastlabki ko'rsatkichlarning son qiymati belgilanadi.

4. Sxema dastlabki ko'rsatkichlarni bog'lovchi tenglamalar orqali hisoblanadi.

5. Hisoblash natijalari jadval va grafiklar tarzida rasmiylashtiriladi.

Sxemani hisoblash uchun kerak bo'ladigan dastlabki ko'rsatkichlar soni

$N=A-B$ , bu yerda:

$N$  – dastlabki ko'rsatkichlarning soni;  $A$  – dastlabki ko'rsatkichlarning umumiy soni,  $B$  – tenglamalarning umumiy soni.

Har qanday boyitish sxemasi ikki turdagi jarayonlarni, ya'ni ajralish va qo'shilish jarayonlarini o'z ichiga oladi. Ajralish jarayonlarida bitta mahsulotdan ikki va undan ortiq, qo'shilish jarayonlarida esa ikki va undan ortiq mahsulotdan bitta mahsulot olinadi. Sxemadagi umumiy jarayonlar soni

$$a = a_a + a_k,$$

bu yerda,  $a, a_a, a_q$  – tegishli ravishda barcha jarayonlar, ajralish va qo'shilish jarayonlari soni.

Masalan, yuqoridagi sxemada jami 8 ta jarayon bo'lib, ulardan 5 tasi ajralish va 3 tasi qo'shilish jarayonlaridir.

Har qanday boyitish sxemasi 3 turdagi mahsulotlardan tashkil topadi:

1. dastlabki mahsulotlar –  $n_d$

2. ajralish mahsulotlari –  $n_a$

3. qo'shilish mahsulotlari –  $n_q$ .

$$N = n_d + n_a + a_q$$

Berilgan sxema uchun  $n_d=1$ ,  $n_a=10$ ;  $n_q=3$ .

$$N=14$$

Hisoblanuvchi komponentlar soni  $s$  harfi bilan belgilanadi.

$s=1+e$  (nometal rudalar uchun)

bu yerda:  $e$  – hisoblanuvchi qo‘shimcha komponentlar.

Sxemani hisoblashda har qaysi qayta ishlanuvchi mahsulot uchun  $\gamma, E, \beta$  ni son qiymatini aniqlash kerak.

Monometalli rudalar uchun  $s = 2$ , ikki komponentli rudalar uchun  $s = 3$  deb qabul qilinadi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonining texnologik ko‘rsatkichlariga nimalar kiradi?
3. Mineral zarra yuzasining ho‘llanishi deganda nima tushuniladi?
4. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
5. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo‘llaniladi?
6. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo‘llaniladi?

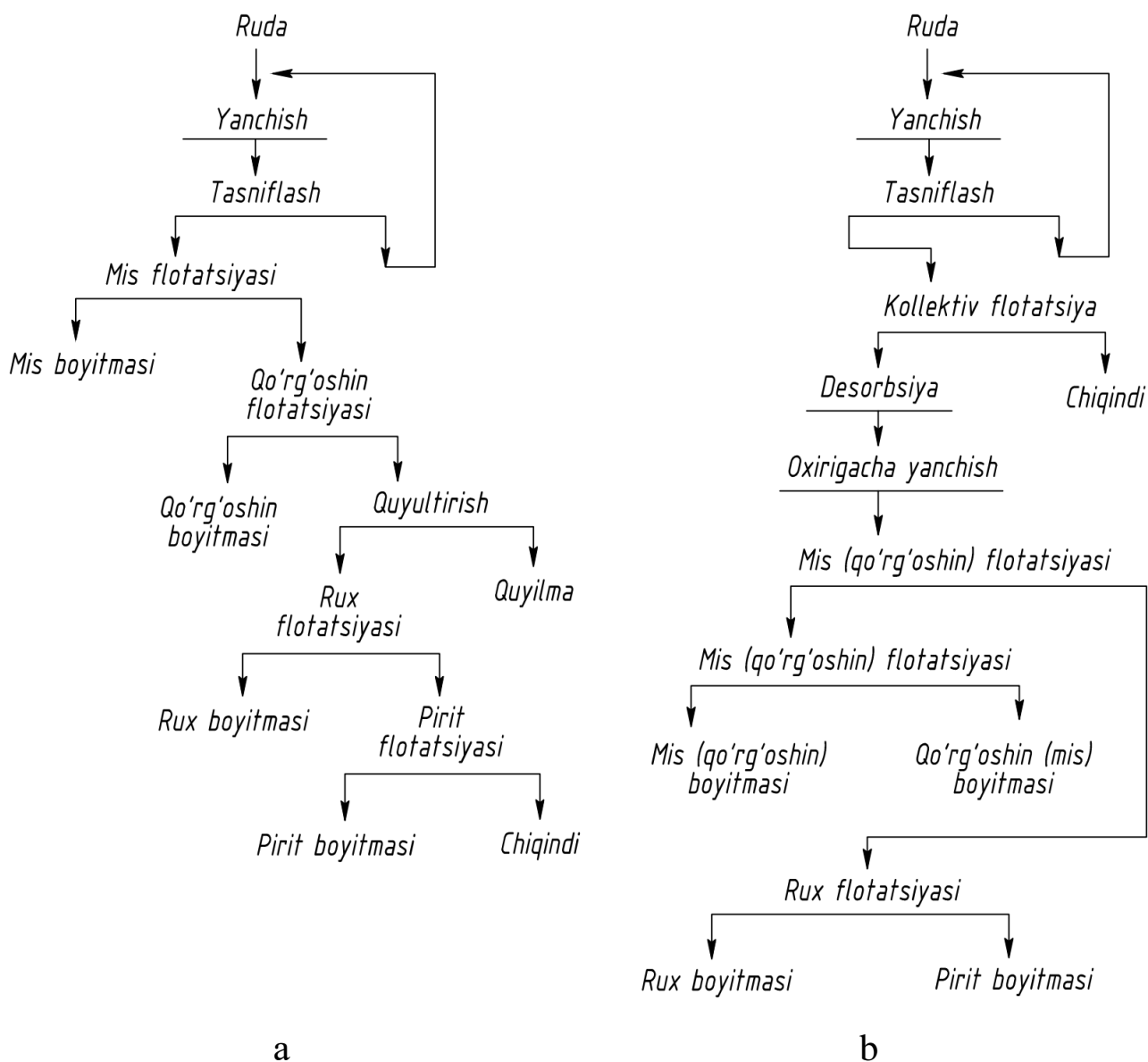
## **3.17. Polimetallik rudalarni kollektiv va selektiv flotatsiyalashning printsiplial sxemalari**

### **To‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiyalash sxemalari**

Polimetall rudalarni boyitishda to‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiyalash sxemalari kam qo‘llaniladi. Bu shunday izohlanadiki, ular qazib olinadigan rudada oksidlanish jarayoniga uchragan, flotatsiyalash xususiyatlari bo‘yicha mis, qo‘rg‘oshin va rux sulfidlariga yaqin bo‘lganlarini tanlab flotatsiyalash juda qiyindir. Bu sxema faqat sulfidli minerallar flotatsiyalanishiga ko‘ra ketma-ket faollashtirish mumkin bo‘lgan paytda qo‘llanilishi mumkin, bunda avval oson flotatsiyalanadigan minerallar flotatsiyalanadi, so‘ngra esa faollantirilgandan so‘ng ancha qiyin flotatsiyalanadiganlari flotatsiyalanadi.



To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasi (47, a-rasm) «Leyk Djordj» va «Vudlon Maynz» (Avstraliya), «Kid Krik» (Kanada), «Blek Mauntin» (JAR) fabrikalarida qo'llaniladi.



**47-rasm.** Mis-qo'rg'oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning asosiy sxemalari:

a – to'g'ridan-to'g'ri selektiv sxema; b – kollektiv-selektiv sxema

«Leyk Djordj» fabrikasida piritning miqdori yuqori (20% gacha) bo'lgan mayin donador polimetall rudalar qayta ishlanadi. Rudalardagi sulfidli minerallar, asosan, xalkopirit, galenit, sfalerit, piritlardan tashkil topgan. Avval mis sulfidlari flotatsiyalanadi, qolgan sulfidlar galenitning tazyiqlanishining maqbul sharoitlarida sulfid kislota bilan tazyiqlanadi (pH

6,2–6,5). So‘ngra, galenitga sulfoksidli birikmalarning tazyiqlovchi ta‘sirini bartaraf etuvchi kuchsiz ishqorli muhitda qo‘rg‘oshin sulfidlari flotatsiyalanadi. Kuchsiz ishqorli muhit rux va temir sulfidlari tazyiqlanishini kuchaytiruvchi sianid bilan hosil qilinadi. Rux sulfidlarining kuchli tazyiqlanishi faqat quyultirilgan bo‘tanani 50 °C gacha qizdirish, mis kuporosi bilan bartaraf etiladi. Temir sulfidlari ruxni flotatsiyalash chiqindilarining qumli qismidan ajratib olinadi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiyalash sxemalari «Dalpolimetall» kombinatining Markaziy boyitish fabrikasida rudalarni boyitish uchun qo‘llaniladi. Fabrikada Axobinsk, Novo-Monastir va Verxniy konlari rudalari qayta ishlanadi. Joylashuvi va tuzilishi xususiyatlari bo‘yicha rudalarning bir nechta turlari mavjud: yertomirli-qoplangan, yirik donador va mayda donadorli hamda oksidlangan turlari. Bundan tashqari, minerallarning oksidlangan va sulfidli shakllari miqdoriga bog‘liq holda, ular sulfidli rudalarga (Verxniy koni rudalari) va aralash rudalarga (Axobinsk va Novo-Monastir koni) bo‘linadi. Sulfidli rudalarda 91 % Pb galenitdan; 93 % Zn marmatit va kleyofandan tashkil topgan. Aralash rudalarda ruxning oksidlangan shakllari ulushi 28 % gacha, qo‘rg‘oshinning oksidlangan shakllari ulushi esa 29 % gacha yetadi, ular asosan, serussit va plyumboyarozitdan tashkil topgan.

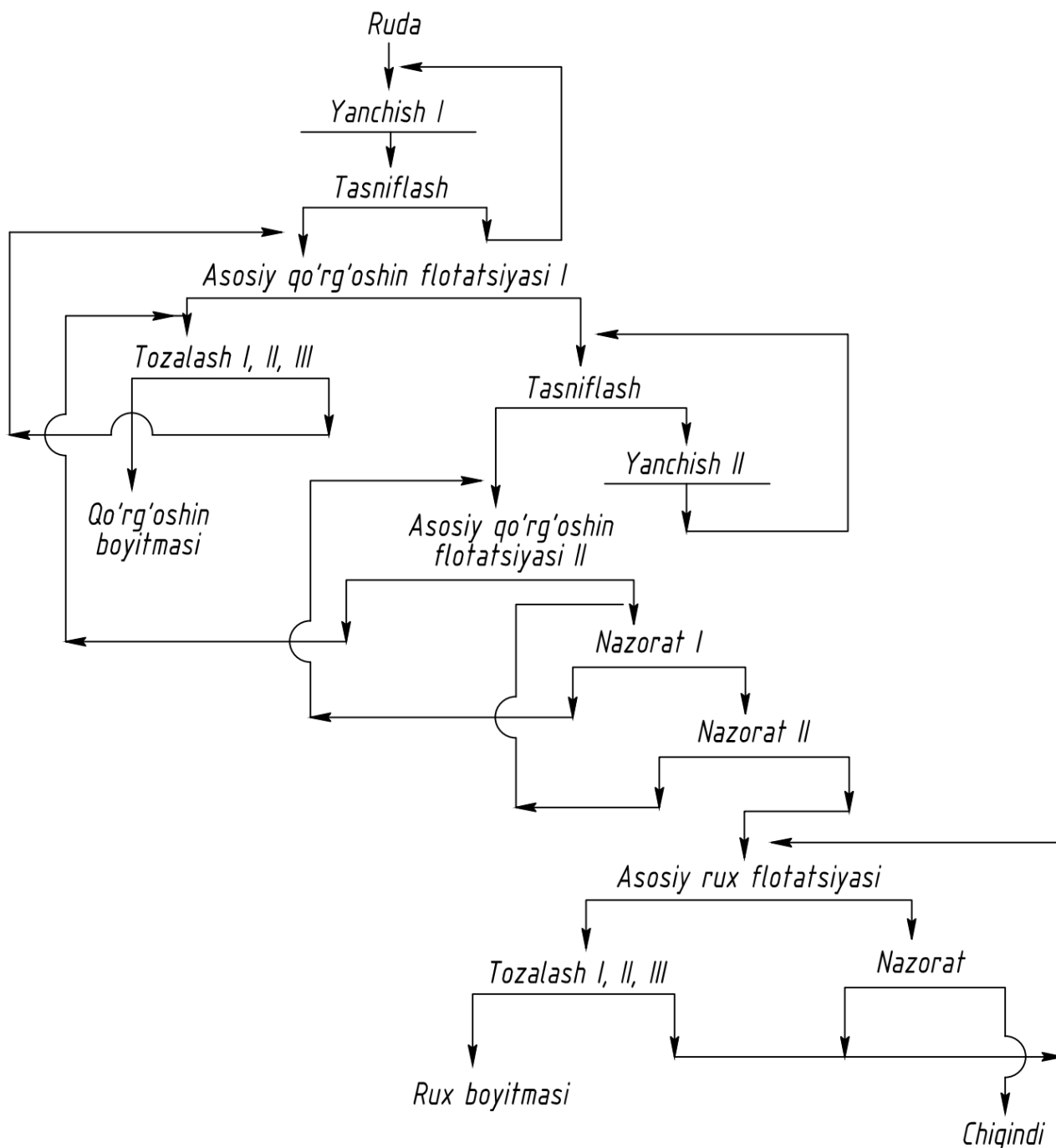
Galenit va sfaleritdan tashqari, massiv rudalarida pirrotin va pirit hamda kam miqdorda arsenopirit, xalkopirit va markazit mavjud. Saqlovchi jinslar minerallari kvarsdan, karbonatlardan, xloritlar va seritsitlardan tashkil topgan.

Donador rudalar shunisi bilan ajralib turadiki, bunda turli yiriklikdagi sulfidli minerallar alevrolitli gidrotermal-o‘zgargan slaneslarga, dag‘al donador qumtoshlarga va brekchiyalarga (har xil burchakli bo‘laklar) donador bo‘lib qoplangan. Galenit donasi o‘lchami 2–3 mm gacha yetadi. Yertomirli-qoplangan rudalarda rudali tomirlar ko‘pincha piritdan ko‘ra ko‘proq galenitdan tashkil topgan.

Rudalar qo‘rg‘oshin va ruxning asosiy elementlarning juda notekis taqsimlanishi bilan hamda sfaleritda xalkopirit va pirrotinning notekis emulsiyali donadorli qoplanganligi bilan tavsiflanadi. Rudalarda asosiy qimmatbaho minerallardan tashqari, anglezit, piromorfit, xalkozin, kovellin, smitsonit va flotatsiya jarayonini qiyinlashtiruvchi temir gidroksidlari ham mavjuddir.

Qo‘llaniladigan reagent tartibining o‘ziga xos xususiyati – butilli va etilli ksantogenatlarning o‘zaro 2:1 nisbatidagi aralashmasi va zararsiz bo‘lgan ko‘pik hosil qiluvchi dimetilftalatning (D-3) hamda oksidlangan

minerallarni sulfidlash uchun natriy sulfidi va ammoniy sulfatining aralashmasini qo'llash hisoblanadi.



**48-rasm.** «Dalpolimetal» kombinatining Markaziy boyitish fabrikasida qo'rg'oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning to'g'ridan-to'g'ri selektiv sxemasi

Aralash rudalarni qayta ishlashda bu reagentlar yanchishning I bosqichida tegirmonlariga beriladi, bu sulfidlantirish sharoitini ancha

yaxshilaydi. Sulfidli rudalarni boyitishda ushbu reagentlar bevosita flotatsiyaga beriladi.

Qo'rg'oshin boyitmasida piritning miqdorini kamaytirish uchun qo'rg'oshin flotatsiyasidan oldin bo'tana  $\text{pH}=9,0-9,5$  muhitda oxak bilan aralashtiriladi, so'ngra esa alyuminiy sulfati berish bilan  $\text{pH}$  ning qiymati  $8,3-8,8$  gacha pasaytiriladi.

To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalashning kamchiligi yanchishga katta xarajatlar sarflanishi hisoblanadi, chunki barcha ruda qimmatbaho minerallarni nafaqat bo'sh jinslari minerallaridan, balki bir-biridan ajratish uchun zarur bo'lgan yiriklikkacha yanchiladi.

Bundan tashqari, flotatsiya mashinalari ko'lami ancha oshadi, chunki dastlabki rudaning deyarli barcha hajmi flotatsiyaning barcha sikllaridan o'tadi. Kamchiliklariga esa reagentlarning ko'p sarflanishini kiritish mumkin, chunki ular massasi aytarli darajada kam bo'lgan boyitmalar uchun emas, balki dastlabki rudaning butun massasi uchun qo'shiladi.

### **Kollektiv flotatsiya sxemalari**

*Kollektiv-selektiv sxema bo'yicha* (47, b-rasmga qarang) yanchishdan so'ng  $50-60\%$  gacha  $-0,074$  mm sinf olinib, sulfidli minerallar agregatlari bo'sh jinslar minerallaridan ajralishi sodir bo'lganda, bo'tana kuchsiz ishqorli muhitda ( $\text{pH} = 8,0-8,5$ ) mis, qo'rg'oshin, rux va piritning barcha sulfidlarini kollektiv flotatsiyalashga yuboriladi. Sulfidli minerallar notekis donador joylashgan hollarda kollektiv flotatsiyalash  $80-85\%$  gacha  $-0,074$  mm sinfgacha yanchilib, ikki bosqichda o'tkaziladi.

Sulfidlar kollektiv boyitmaga  $\text{pH} 8,5-9,5$  bo'lganda va yig'uvchi sifatida ksantogenatlardan foydalanilganda ajratib olinadi. Agar rudada rangli metallarning oksidlangan minerallari ozroq miqdori bo'lsa, unda ularni sulfidlash uchun yanchish jarayonida tegirmonga oz miqdorda natriy sulfidi ( $50-100$  g/t) beriladi. Agar sfalerit yetarlicha faol bo'lmasa, unda kollektiv flotatsiyaga mis kuporosi ( $150-20$  g/t) beriladi. Rudada piritning ko'p miqdori yuqori bo'lganda yuqori sifatli boyitmalar olish uchun kollektiv flotatsiyani pirit yaxshi tazyiqlanadigan kuchli ishqorli muhitda o'tkazish zarur.

Kollektiv sulfidli boyitma yirikligi bo'yicha oxirigacha, sulfidli minerallarning yuzalari ochilishi sodir bo'lgunga qadar yanchilgandan so'ng sfaleritni tazyiqlash bilan mis-qo'rg'oshin flotatsiyasiga yuboriladi, sfalerit esa mis kuporosi bilan faollashtirilgandan so'ng rux boyitmasi ko'rinishida ajratib olinadi. Rux flotatsiyasi chiqindilari, odatda, pirit

boyitmasi hisoblanadi. Mis-qo'rg'oshin boyitmasi selektiv flotatsiyalanib mis va qo'rg'oshin boyitmalari olinadi.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinatining qo'rg'oshin-rux fabrikasida Oltin-Topkan, Sardoba va Qo'rg'oshinkon konlari rudalari qayta ishlanadi. Ikkita birinchi konlar rudalari donador sulfidli va yertomirli-donador qoplangan turlarga kiradi. Ularning ozroq qismi yaxlit (kolchedanli) rudalardan iborat.

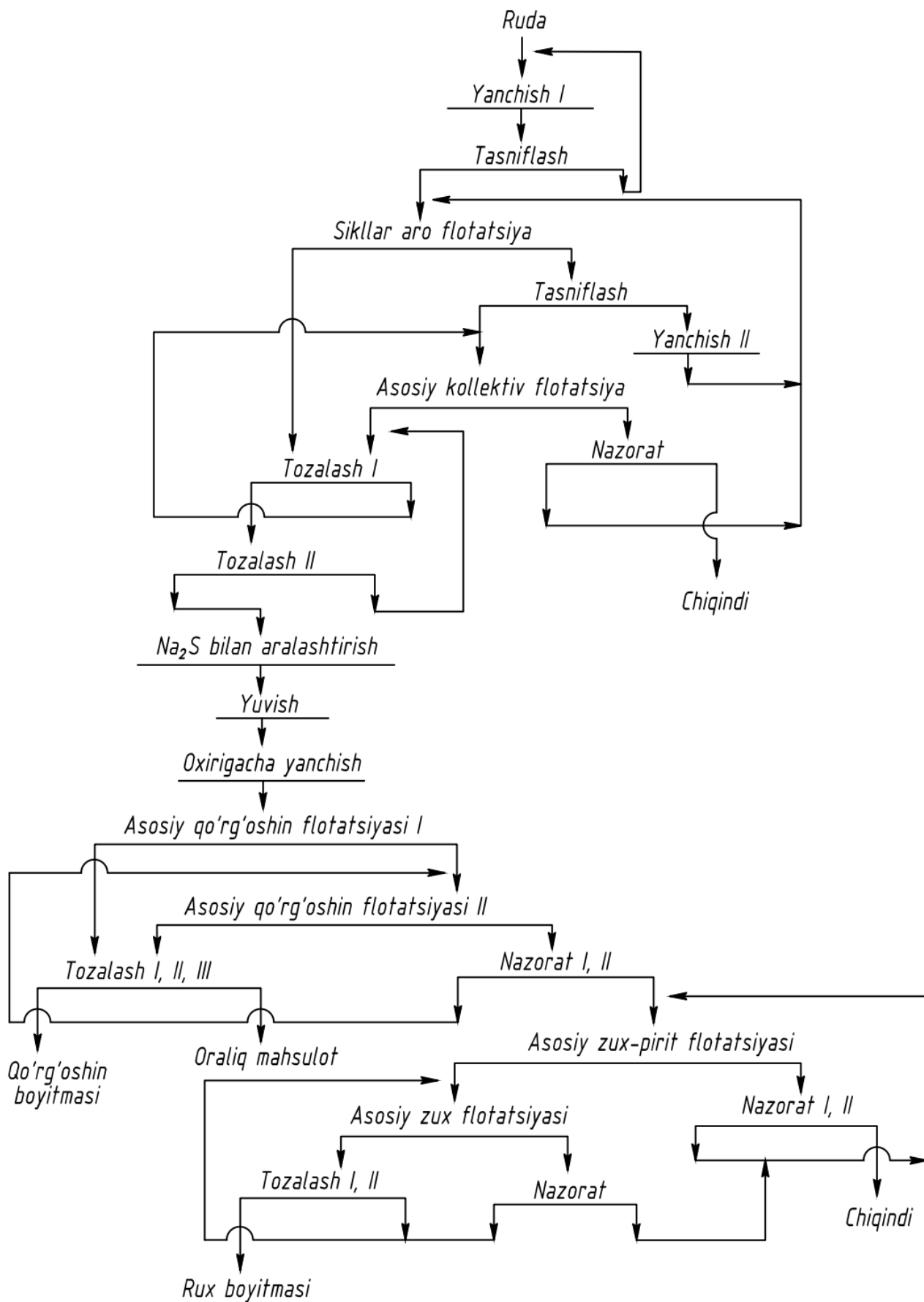
Rudali minerallardan sfalerit (2–3 %), galenit (1–2 %) hamda serussit, smitsonit va kalamınlar mavjuddir.

Xalkopirit sfaleritda emulsiyali donador qoplanganlik ko'rinishida oz miqdorda uchraydi. Bo'sh tog' jinslar minerallari kvarts va dala shpatlaridan (30–40 %), piroksenlar va granatlardan (20–25 %), karbonatlardan (25 %), seritsit va xloritdan (7–8 %) tashkil topgan. Oltin topkan rudalarining o'ziga xos xususiyati ularning mayin donadorligi, sulfidlarning emulsiyali o'zaro qoplanganligigacha yetib borganligidadir.

Qo'rg'oshinkon koni rudalari sulfidli va aralash turdagi rudalarga kiradi va bo'sh tog' jinslarning oson shlamlanadigan minerallarining – seritsit va kaolinit (14 %), xlorit (7 %) va karbonatlarning (26–30 %) yuqori miqdori bilan tavsiflanadi. Sulfidli minerallar mayin va juda notekis donadorligi bilan ajralib turadi.

Fabrikada flotatsiyaning kollektiv-selektiv sxemasidan foydalaniladi (49-rasm). Oltin-Topkan va Sardoba konlari rudalari uch bosqichli maydalash bilan –20 mm yiriklikkacha yuvish va g'alvirlashga yuboriladi, so'ngra esa birgalikda boyitiladi. Qo'rg'oshinkon koni rudalari kollektiv qo'rg'oshin-ruxli boyitma olish bilan alohida qayta ishlanadi. Selektiv flotatsiyalashdan oldin kollektiv boyitmalar birlashtiriladi va ularni keyinchalik boyitish birgalikda amalga oshiriladi.

Ruda soda (50–80 g/t) va natriy sulfidi (60–65 g/t) ishtirokida 35–45 % –0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng sikllararo flotatsiyaga tushadi, u yerga mis kuporosi (75–98 g/t) va butil ksantogenati (15–22 g/t) beriladi. Sikllararo flotatsiyasi chiqindilari 77–85 % –0,074 mm sinfgacha yanchiladi va mis kuporosini (35–54 g/t) va ksantogenatni (11–16 g/t) berish bilan asosiy kollektiv flotatsiyaga yuboriladi. Texnologik sxemadagi bu siklning o'ziga xosligi shundaki, bunda II bosqich yanchishda tegirmondan chiqqan yanchilgan mahsulot tasniflashsiz birdaniga sikllararo flotatsiyaga tushadi. Nazorat kollektiv flotatsiyasi natriy sulfidi (35–41 g/t) va ksantogenat (4–8 g/t) ishtirokida o'tkaziladi.



**49-rasm.** Olmaliq boyitish fabrikasida qo‘rg‘oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning kollektiv-selektiv sxemasi

Ikki marta qayta tozalashdan so'ng kollektiv boyitma natriy sulfidi (100–150 g/t ruda) bilan desorbsiyaga, yuvishga va oxirigacha yanchishga yuboriladi.

Yig'uvchini desorbsiyalash 85 °C da kuchli ishqorli muhitda yaxshilanadi, bunda natriy sulfidining sarfi kamayadi va selektiv flotatsiyalash ko'rsatkichlari ortadi.

Desorbsiyadan so'ng kollektiv boyitma 83–85 % –0,044 mm sinfgacha oxirigacha yanchiladi. Oxirigacha yanchish tegirmoniga sfaleritni tazyiqlash uchun natriy sianidi (18–20 g/t), rux kuporosi (100–110 g/t) va natriy sulfiti (45–46 g/t) beriladi.

I asosiy qo'rg'oshin flotatsiyasiga ksantogenat (5–6 g/t) beriladi, II asosiy qo'rg'oshin flotatsiyasiga –natriy sianidi (7–9 g/t), rux kuporosi (45–50 g/t), natriy sulfiti (20–21 g/t) hamda ksantogenat (9 g/t) beriladi. Natriy sianididan tashqari barcha reagentlar I nazorat qo'rg'oshin flotatsiyasiga – rux kuporosi (20–25 g/t), natriy sulfiti (10–11 g/t) va ksantogenat (2–3 g/t) beriladi. Qo'rg'oshin boyitmasini qayta tozalash flotatsiyasi rux kuporosi (25–30 g/t I da), natriy sianidi (5–6 g/t I da va 3–10 g/t II da) va natriy sulfiti (12–13 g/t I da va 7–8 g/t II da) berilgan holda olib boriladi.

Nazorat qo'rg'oshin flotatsiyasi chiqindilaridan mis kuporosi bilan faollashtirilgandan va ksantogenat (9–12 g/t) berilgandan so'ng kollektiv rux-piritli boyitma olinadi. 25–30 g/t mis kuporosi va 5–6 g/t ksantogenat beriladigan nazorat rux-pirit flotatsiyasidan so'ng oxirgi (chiqindi saqlash omboriga yuboriladigan) chiqindilar ajratiladi.

Ushbu siklda olingan rux-piritli boyitma oxak, ksantogenat (1–2 g/t) va mis kuporosini (1–2 g/t) berish bilan pH 10,5–11,0 da rux flotatsiyasiga yuboriladi. Rudada piritning miqdori yuqori bo'lganda rux flotatsiyasiga natriy sianidi (8 g/t gacha) qo'shiladi. Nazorat flotatsiyasi mis kuporosi (2–5 g/t) va ksantogenat (1–2 g/t) berish bilan o'tkaziladi. Ikki marta qayta tozalashdan so'ng pH 11,5 da rux boyitmasi olinadi. Bunda rux boyitmasidagi ruxning miqdori 54–55 % va ajralish 75% ni tashkil qiladi. Qo'rg'oshin boyitmasida qo'rg'oshinning miqdori 50–54 % va ajralishi 83 % ni tashkil qiladi.

Oz miqdorda pirit va mis sulfidlari mavjud sulfidli qo'rg'oshin-ruxli rudalar juda oson boyitiluvchan sanaladi. Bunday rudalarda, odatda, sfalerit flotatsiyalashga faol emas va rux kuporosi yoki sianidning oz miqdori bilan yaxshi tazyiqlanadi. Sfaleritni faollashtirish mis kuporosi bilan amalga oshiriladi, uning sarfi kam hollarda 500 g/t dan oshadi.

Kollektiv-selektiv sxemalardan foydalanish agregat donadorlik

xususiyatiga ega bo'lgan kambag'al polimetall rudalar uchun juda samralidir, bunda dag'al yanchishda ag'darma chiqindilarning asosiy miqdori ajralib chiqadi, mayin yanchishga faqat kollektiv boyitma yuboriladi. Bu esa yanchishga sarflanadigan xarajatlarni ancha kamaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, flotatsiyaning kollektiv sxemalarida flotatsiya mashinalarining ko'lami, reagentlar sarfi, foydalanishga sarflanadigan (ekspluatatsiya) xarajatlari kamayadi.

Kollektiv boyitmaga o'tgan sulfidli minerallar yuzasidan yig'uvchini desorbsiyalash jarayonining albatta qo'llanilishi flotatsiyaning kollektiv-selektiv sxemalarining asosiy kamchiligi hisoblanadi. Ushbu jarayon reagentlarni keyingi yuvish bilan yoki uningsiz bo'tanada qattiqlikning miqdorida 60-65% bo'lganda (ba'zida faollantirilgan ko'mir ishtirokida) natriy sulfidi eritmalari (4–6 kg/t boyitma uchun) bilan kollektiv boyitmaga ishlov berishni o'z ichiga oladi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasining ketma ketligini tushuntiring.
2. Mis-qo'rg'oshin-rux rudalarini flotatsiyalash sxemasiga misol chizing.
3. Rudada flotatsiyalash jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatib, jarayonni qiyinlashtiradigan qanday minerallar uchraydi?
4. To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasining kamchiliklarini sanab bering.
5. Kollektiv-selektiv sxemadan qisman kollektiv-selektiv sxema nimasi bilan farq qiladi?
6. Kollektiv-selektiv sxemada kollektiv boyitmani selektiv flotatsiyadan avval yanchishdan maqsad nimada?

### **3.18. Flotatsiya bo'limida ishlashda xavfsizlik qoidalari**

Ishlab chiqarish korxonalarida yig'ilgan havodagi zararli moddalar shaxta va fonarlar, shuningdek havo almashtirish maqsadida o'rnatilgan havo qabul qilish vositalari orqali chiqarib yuborilishi mumkin. Sof havoni esa yuqorida ko'rsatib o'tilgan vositalarning biri yordamida amalga oshirish mumkin. Qanday yo'l bilan xonaga sof havo berish va zararli moddalar yig'ilgan havoni chiqarib yuborish usullari, zararli moddaning xona bo'ylab tarqalish xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Masalan, agar sexda



ko'plab issiqlik ajralib chiqishi mumkin bo'lgan mashina va mexanizmlar o'rnatilgan bo'lsa, ularning sexda joylashish holatiga asosan shamollatish usullari belgilanadi. Bundan tashqari har xil zararli omillarga ega bo'lgan jihozlarni sex bo'ylab joylashtirish ham katta ahamiyatga ega.

Shuning uchun ham sanoat korxonalarini loyihalayotgan vaqtda iqlim sharoitini, quyosh nurlarining tushish holatlari va sexdagi jihozlarni to'g'ri joylashtirish masalalari qoniqarli hal qilingan bo'lsa, shamollatish vositalarini o'rnatish ham shunchalik osonlashadi.

Shamollatish vositalarini o'rnatishda, shamollatish sxemasining iqtisodiy kamxarj bo'lishi bilan birga, iloji boricha kam metall sarf qilinadiganini tanlash zarur.

Rudani qayta ishlash texnologik jarayonlarida korxonada o'ta o'tkir va zaharli moddalar ishlatiladi.

Boyitish fabrikalarida maydalash bo'limlarida asosan shovqin va changlar bo'lsa, flotatsiya bo'limlarida esa zaharli reagentlarni mavjudligi.

Flotatsiya bo'limlari boshqa bo'limlardan quyidagi xususiyatlari bilan ajraladi, ya'ni

- a) oson yonuvchi reagentlarning mavjud bo'lishi
- b) zaharli reagentlarni mavjudligi
- d) boyitiluvchi zarrachalarning juda maydaligi shuning uchun, flotatsion reagentlarni tashish va saqlash vaqtida xavfsizlik qoidalariga ayniqsa katta ahamiyat berish zarur.

Flotatsiya bo'limida quyidagi xavfsizliklarga ahamiyat berish zarur.

1. Reagentlarni kerakli joyga o'z-o'zidan tushishini ta'minlash;
2. Flotatsion reagentlar (aeroflot, sianid eritmalari, natriy sulfogidratlar, natriy sulfid va h.k. kabi) bug'lanishi natijasida zaharli bug'lar hosil bo'lish sababli so'ruvchi ventilyatorlar yordamida yaxshilab shamollatish;
3. Flotatsion mashinalar atrofida o'tish joylari 1 m dan kam bo'lmasligi va atrofi to'silgan bo'lishi kerak.
4. Flotatsion mashinalar xizmat ko'rsatish maydoni yog'och panjaralar bilan yopilgan bo'lishi, poli yuvuvchi suvlarning oqib chiqib ketishi uchun qiya holda qilinishi kerak.
5. Xizmatchilarga salbiy ta'sir qiluvchi flotatsion reagentlar ishlatilganda himoya choralari; shamollatish, maxsus kiyim bosh, ko'zoynak, kaska va qo'lqoplar bilan ta'minlash kerak.

6. Flotatsiya bo'limida maxsus aptechkalar, unda kimyoviy zaharlanishga qarshi medikamentlar va turli bog'lovchi materiallar bo'lishi kerak.

7. Binoni tashqi devorlari temir betondan, to'siqlarini esa tayyor panellardan qurish mo'ljallangan, pollari uchun yuzasi sirg'alanmaydigan suv o'tkazmaydigan, kimyoviy moddalarga, eritmalarga chidamli materiallardan tayyorlash zarur. Texnologik dastgohlar: flotomashina, tegirmon, klassifikatorlar, nasoslar va h.k. lar binoning ichiga joylashtirilishi kerak.

### **Shovqinni kamaytirishga qaratilgan chora tadbirlar**

Boyitish fabrikalaridagi maydalash va boshqa sexlarida kelib chiqishi mumkin bo'lgan shovqin bosimi darajalarini aniqlash muhim vazifa hisoblanadi. Ma'lumki, shovqin chiqaruvchi mashina va dastgohlar fabrikaning biror sexida joylashganligini hisobga olib, ana shu shovqinni tevarak-atrofdagi ishlab chiqarish korxonalariga, aholi yashash joylariga shovqin ta'sirini kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlar korxonani loyihalash davrida hisobga olinadi. Shovqinni hisoblash asosan, quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi:

1) Ma'lum nuqtada shovqin chiqarishi mumkin bo'lgan va shovqin tavsiflari aniq bo'lgan shovqin manbaining shovqin bosimi darajasini aniqlash.

2) Shovqinning kamaytirilishi lozim bo'lgan miqdori.

3) Shovqinni ruxsat etiladigan miqdor darajasiga keltirish chora-tadbirlari. Hisoblash nuqtasi ochiq maydonda yoki berk xona ichida joylashgan bo'lsa, bularning har biri uchun hisoblash formulalari har xil bo'ladi.

Oltin saralash fabrikalarida yong'inga qarshi quyidagi chora – tadbirlar ko'rilgan;

Sexlarda 2 ta eshiklar bor, yong'in vaqtida ishchilarni tezda evakuatsiya qilish uchun galereya va maydonlarda 2 tadan zina qo'yilgan bo'lishi zarur.

### **Changa qarshi chora tadbirlar**

Boyitish fabrikasida rudalarni boyitishda ma'lum miqdorda chang hosil bo'ladi va havoga ko'tariladi. Bu changlar asosan maydalash va quritish jarayonida hosil bo'ladi.

Changsizlantirish – qattiq zarrachali changlarni ventilyator yordamida surib ushlab jarayoniga aytiladi. Chang deb o'z tarkibida qattiq moddaning mayda zarrachalarini tutgan gaz sistemalariga aytiladi, chang odatda qattiq moddalarni mexanik usullar bilan maydalash,

yanchish va bir joydan ikkinchi joyga uzatish vaqtida hosil bo‘ladi. Sanoat changlarining o‘lchami 0,001 dan 0,1 gacha bo‘ladi.

Tutunlar tarkibida o‘lchami 0,3÷5 mkm ga teng bo‘lgan qattiq modda zarrachalari bo‘ladi. Tutunlar bug‘ yoki gazlarning suyuq yoki qattiq holatiga, kondensatsiyalanish jarayoni orqali o‘tishdan hosil bo‘ladi. Bundan tashqari tutunlar qattiq yoqilg‘ilarning yonishi paytida hosil bo‘ladi. Chang tutun, tumanlar, aerodispers sistemalar yoki aerozollar deb yuritiladi.

Boyitish fabrikalari bo‘limlarida asosan tayyorlash jarayonida texnologik changlar paydo bo‘ladi, ular asosan shu qazilma boyliklarining juda kichik zarrachalari hisoblanib, havoda muallaq xarakatlanadi.

### 18-jadval

#### Chang va havo aralashmasidagi mahsulotni portlash xavfiligidagi changlarni konsentratsiyasiga qo‘yiladigan me‘yor.

Chang hosil qiluvchi materiallar	Materialdagi erkin kremniy oksidining miqdori, (SiO <sub>2</sub> )%	Havodagi chang miqdorining konsentratsiyasiga quyiladigan me‘yor,%
Tog‘ jinsi	>70	1
Tog‘ jinsi	10-70	2
Silikatlar	>10	4
Barit, apatit, fosforit	<10	6
Sun‘iy abrazivlar	0	5
Sement	0	6
Ko‘mir	>10	2
Ko‘mir	<10	4
Koks, oxak	1,7- 4,5	6

Changlar birlamchi va ikkilamchi changlarga bo‘linadi. Birlamchi chang bu texnologik va transport dastgohlarida ish vaqtida ajraladigan chang bo‘lsa, ikkilamchi changlar bo‘lsa dastgohlarda o‘tirib qolgan changlardir. Ko‘pchilik fabrikalarda, ayniqsa quruq usulda boyitish fabrikalarida foydali qazilmalarni qayta ishlashning hamma jarayonlari katta miqdorda chang ajralishi bilan olib boriladi. Ishlab chiqarish korxonalarida changlar asosan derazalarda, hollarda, metall konstruktsiyalarda va dastgohlarda o‘tirib qoladi, bu esa dastgohlarni xizmat ko‘rsatish muddatini qisqarishiga hamda moylarning ko‘p miqdorda sarflanishiga olib keladi, shuningdek derazaga o‘tirgan changlar ishchi o‘rinlarga tushayotgan yorug‘likni to‘sadi. Ba‘zi mayda dispers

zarrachalarda tashkil topgan changlarni havo bilan aralashishi natijasida portlovchi aralashma hosil bo'lishi mumkin. Uning hosil bo'lishi shu aralashmadagi changlarni konsentratsiyasiga, chang zarrachalarining yirikligiga, havodagi kislorodning miqdoriga va boshqa omillarga bog'liq. Shuningdek yirikligi 0,07–0,1 mm changli havo portlashdan xavfli hisoblanadi. Masalan: bunday yiriklikdagi toshko'mirning havo bilan aralashmasida changning miqdori 35–500 gr/m<sup>3</sup> bo'lganda portlashga moyilligi yuqori bo'ladi va harorati 700 – 750 °C bo'lganda ham portlash hodisasi yuz berishi mumkin.

Quyidagi jadvalda ayrim foydali qazilmalarni portlashdan xavfsiz bo'lgan konsentratsiyasi miqdori keltirilgan.

Changlar granulometrik tarkibiga ko'ra: yirik, mayda, mayin, juda mayin changlarga bo'linadi.

1. Yirik changlar: o'lchami 100-500mkm.
2. Mayda changlar: o'lchami 10- 100 mkm.
3. Mayin changlar: o'lchami 0,1-10mkm.
4. O'ta mayin changlar: <0,1mkm.

Havodagi changlar yirikligiga qarab quyidagi usullarda tutiladi:

1. Gravitatsion kuch ta'sirida
2. Markazdan qochma kuch ta'sirida.
3. Changlarni namlantirib cho'ktirish.
4. Changlarni g'ovak to'siqlarda tutish.
5. Changlarni turli qutbli elektr maydonida tutish.

### **3.19. Rangli metallar rudalarini flotatsiya usulida boyitish**

Misli rudalar oksidli minerallarining sanoat ahamiyatiga egalari qatoriga malaxit  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  – (57,4 % mis saqlaydi, solishtirma og'irligi 4g/sm<sup>3</sup>, qattiqligi 4). Undan kamroq ahamiyatga egasi xrizokolla  $\text{CuSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – (36,1 % mis) va kuprit  $\text{Cu}_2\text{O}$  (88,8 % mis) saqlaydi.

Qo'rg'oshinli rudalarning oksidli minerallaridan sanoat ahamiyatiga egalari serussit  $\text{PbCO}_3$  (77,6 % qo'rg'oshin saqlaydi, solishtirma og'irligi 6,5, qattiqligi 3) va anglezit  $\text{PbSO}_4$  (68,3 % qo'rg'oshin, solishtirma og'irligi 6,3, qattiqligi 3). Shuningdek, qo'rg'oshinning oksidli minerallaridan arsenatli, vanadatli, fosfatli va boshqa murakkab tarkibli minerallari ham sanoat ahamiyatiga ega.

Ruxli rudalarning oksidli minerallari asosan smitsonit  $ZnCO_3$  (52 % rux, solishtirma og'irligi 4,3, qattiqligi 5 ko'rinishida uchraydi).

Bunday rudalarni boyitishning quyidagi usullari mavjud:

- dastlabki sulfidlash (sulfidlovchilar sifatida natriy sulfidi  $Na_2S$ , ammoniy sulfidi va shunga o'xshash reagentlar boshqa reagentlar) hamda sulfidli flotasiyada ishlatiladigan to'plovchilar yordamida flotasiyalash. Bu usul eng ko'p ishlatiladi;

- karboksil to'plovchilar ishlatib to'g'ridan to'g'ri flotasiyalash. Bu usul foydali minerallarni yuqori darajada ajratishga imkon beradi, karboksil to'plovchilarning selektivligi past bo'lgani uchun keng qo'llanilmaydi;

- reagentlarni katta sarfida yuqori spirtlarning ksantogenatlarini qo'llab flotasiyalash. Bu usulning keng tarqalmaganligiga sabab yuqoridagi reagentlarning narxi balandligi va birinchi usulga nisbatan biron-bir afzalligi yo'qligi;

- birgalikda qo'shilgan usul – oksidli va aralash misli rudalarga tegishli bo'lib, yanchilgan ruda dastlab misni tanlab eritish uchun sulfat kislota eritmasida ishlanadi, temir yordamida sementatsiyalanadi va keyin sementli mis erimaydigan sulfidlar bilan birgalikda flotasiyalanadi. Hidrometallurgiyaning flotasiya bilan bunday qo'shishi natijasida qiyin boyitiluvchi oksidli rudalardan misni yuqori ajralishga erishishni taminlaydi.

- merkaptanlarni qo'llab to'g'ridan-to'g'ri flotasiyalash. Bu usul merkaptanning hidi nihoyatda yoqimsiz bo'lgani tufayli ishlatilmaydi.

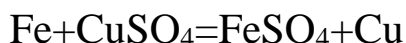
### **Misli oksidli va aralash rudalar**

Oksidli mis minerallaridan oson sulfidlanuvchi va yaxshi flotatsiyalanuvchisi – malaxit va azuritdir. Xrizokollani ham sulfidlash mumkinligi isbot qilingan, lekin uning flotasiyasi sanoat miqyosida o'zlashtirilmagan. Malaxitli va azuritli rudalarning flotasiyasida natriy sulfidining sarfi o'rtacha 1-2 kg/t rudaga [1]. Sulfidlovchi odatda bo'tanaga bir necha marta bo'lib (priyomda) beriladi. To'plovchilar sifatida ko'pincha ksantogenatlar, ba'zan ditiofosfatlar yoki ayrim hollarda sulfidril to'plovchilar bilan toshko'mirli yoki slanetsli smolalar birgalikda ishlatiladi. Oksidli rudalarda katta miqdorda shlamlarning bo'lishi peptizatorlar (ko'pincha suyuq shisha) ishlatishga olib keladi. Flotasiya sxemalari odatda sodda: asosiy flotasiya, nazorat flotasiyasi va boyitmani bir – ikki marta tozalash.

*Oksidli va aralash misli rudalarni birlashgan flotatsiya - hidrometallurgiya usuli.* Bu usulning qo'llanilishi shundan kelib

chiqqanki, flotatsiya bog‘langan mis minerallari saqlovchi xrizokolla, kuprit, shuningdek, alyumosilikatlar yoki temir gidrooksidlaridan misni to‘liq ajratib olishni taminlamaydi, va u flotatsiya chiqindilari tarkibida deyarli to‘liq yo‘qoladi. Shu bilan bir qatorda misning ko‘pchilik oksidlari birikmalari sulfat kislotaning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi.

Birlashgan usulning mohiyati misni yanchilgan rudadan sulfat kislotada tanlab eritishdadir. Mis erigandan keyin uni temir kukuni (yoki maydalangan cho‘yan qirindi) qo‘shib sementatsiyalanadi. Bunda quyidagi reaksiya bo‘yicha temir zarrachalari yuzasida metal holidagi misning cho‘kishi sodir bo‘ladi:



Sementatsiyadan keyin bo‘tanani flotatsiya mashinasiga o‘tkaziladi va u yerda sementlangan mis va shu sharoitda flotatsiyalanishga qodir minerallar (oltin saqlovchi pirit, mis sulfidlari va boshqalar) ning flotatsiyasi sodir bo‘ladi [1].

Sulfat kislotaning katta miqdorda sarflanishi va jarayonning kislotali muhitida ketishi (uskunalarining zanglashiga olib kelishi) bu usulning kamchiligi hisoblanadi. Biroq, gidrometallurgiya bilan flotatsiyaning muvaffiqiyatli birlashtirilganini hisobga olsak, birlashgan usul nafaqat gidrometallurgiyaga balki, flotatsiyaga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega:

- tanlab eritilgandan keyin rudani filtrlash jarayoni bo‘lmaydi;
- oksidli mis bilan bir qatorda sulfidli misni va rudani faqat gidrometallurgik qayta ishlashda yo‘qolib ketadigan oltin saqlovchi piritni amalda to‘liq ajratib olish mumkinligi.

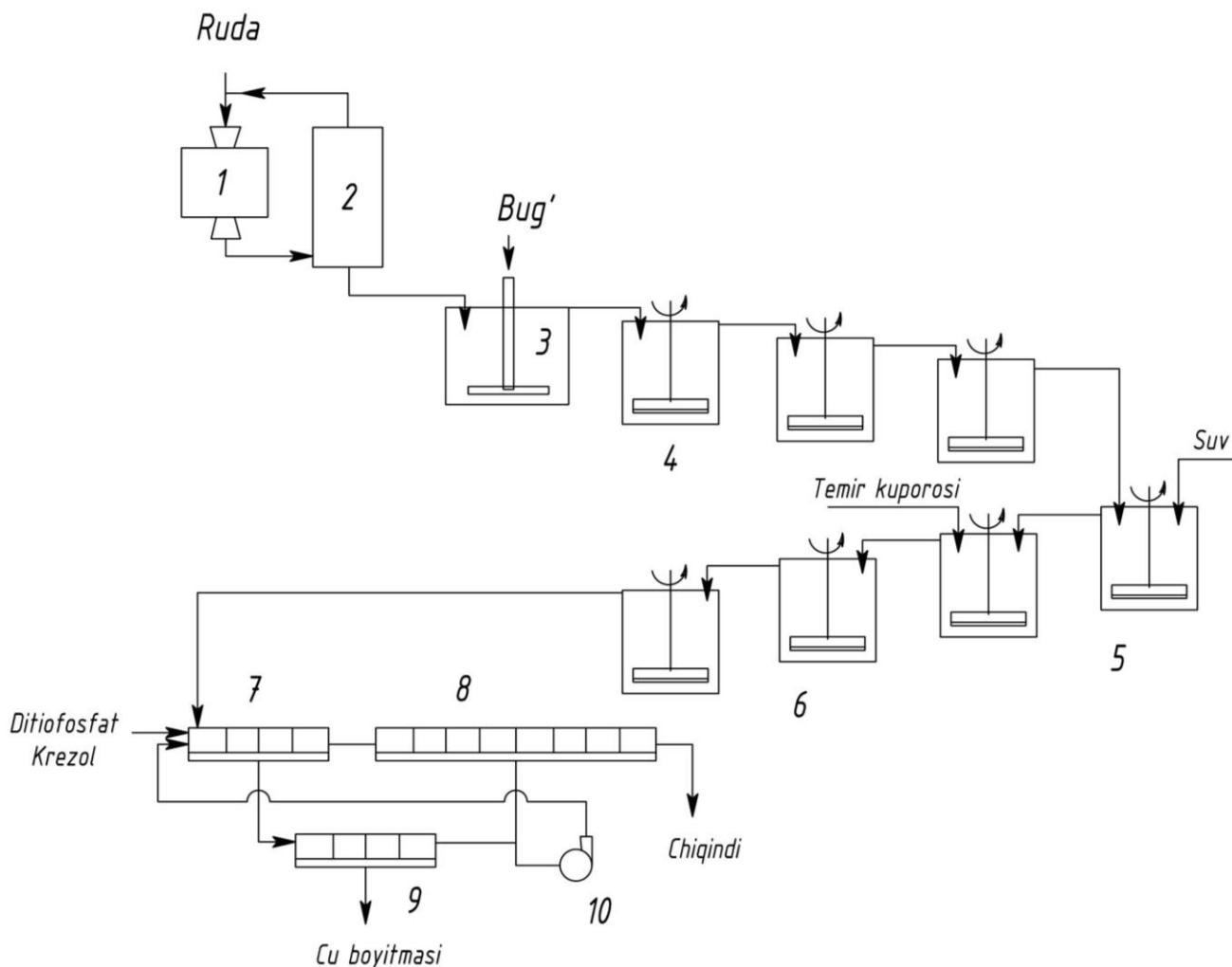
- sulfidlar bilan bog‘langan oltinning yuqori ajralishi.

Flotatsiyaga nisbatan birlashgan usul qiyin flotatsiyalanuvchi va flotatsiyalanmaydigan minerallar hisobiga misni yuqoriroq darajada ajralishini va boyroq misli boyitma olishini taminlaydi. Misol tariqasida birlashgan usulning uskunalar zanjiri sxemasini keltiramiz (50-rasm).

Oksidli mis minerallari sulfat kislotaning kuchsiz eritmalarida (0,5-3 %) yaxshi erishi mumkin. Erishda mis sulfati hosil bo‘ladi. Sulfidli minerallar bu holda hamma eritmada ishtirok etuvchi uch valentli temir sulfati ishtirokida eriydi, lekin ularning erishi sezilarsiz. Oksidli minerallardan malaxit va azurit tez va oson eriydi; fosfat va alyumosilikatlardan mis sekin va to‘liqmas eriydi.

Sulfat kislotaning konsentratsiyasi ortganda faqat mis minerallarining erish tezligi ortmasdan puch tog‘ jinslari minerallarining

ham erish tezligi ortadi, bu esa sulfat kislotaning ortiqcha sarflanishiga olib keladi. Kislotaning sarfi rudaning mineral tarkibiga bog‘liq.



**50-rasm.** Oksidli va aralash misli rudalarni flotatsiya-gravitatsiyani qo‘llab birlashgan usulning uskunlar zanjir sxemasi  
 1 – sharli tegirmon; 2 – klassifikator; 3 – bo‘tanani isitish uchun chan;  
 4,5,6 – aralashiruvchi chanlar; 7 – asosiy flotatsiya uchun flotatsion mashina; 8 – nazorat flotatsiyasi uchun flotatsiya mashina; 9 – tozalash flotatsiyasi uchun flotatsiya mashina; 10 – nasos.

Karbonatli mis minerallari odatdagi haroratda yaxshi eriydi, lekin ba‘zi bir qaysar rudalarni tanlab eritishda bo‘tanani isitib haroratni isitib 45-70° ga yetkazish kerak.

Misni sementatsiyalash uchun temir kukun holida yoki cho‘yan qirindilari holida qo‘shilishi kerak. Misning temir yordamida cho‘kishi mis zarrachalarining yuzasiga bog‘liq; sementli misning flotatsiyalash

samaradorligini oshirish uchun zarrachalarning o'lchami 0,1-0,74 mm bo'lishi kerak.

Nazariy jihatdan temirning sarfi har 1 kg mis uchun 0,9 kg atrofida bo'ladi. Temirning amaldagi sarfi bundan yuqori, chunki temir oksidlanadi va zarrachalar yuzasi passivlashadi.

Sementli mis ham tez oksidlanadi (bu esa flotatsiyaga salbiy ta'sir ko'rsatadi) shuning uchun sementlash chanlarida aralashtirish aeratsiyalashsiz olib borilishi kerak. Oksidlangan sementli mis kislota tasirida tez eritmaga o'tadi. Buning oldini olish uchun sementatsiya jarayoni katta tezlikda olib borilishi kerak, bunga esa yetarli miqdordagi temirni ishlatib va uning zarrachalarining yuzasini kattalashtirish hisobiga erishiladi. Sementli mis oson flotatsiyalanadi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
3. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
4. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
5. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?
6. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?
7. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo'shiladi?

### **3.20. Misli rudalarini flotatsiya usulida boyitish**

**Misli, mis-piritli va mis-ruxli rudalar.** Misli rudalarni boyitishning asosiy usuli flotatsiyadir. Bu usulning muvafaqqiyatli qo'llanishini ko'pchilik mis minerallarining yaxshi flotatsiyalanishi bilan bog'liq.

Tabiatda uchraydigan mis minerallarining sanoat ahamiyatiga egalari quyidagilar: sulfidli – xalkopirit, borit, xalkozin, kovellin, enargit, oksidli – malaxit, aruzit, xrikozolla, xalkantit, kuprit. Rudali minerallarning tarkibiga ko'ra sulfidli va oksidli mis rudalari mavjud. Shuningdek, aralash tarkibli rudalar ham uchraydi.



Xalkopirit –  $\text{CuFeS}_2$  latun sariq tusli, metall yaltiroqligiga ega, tarkibida 35 % atrofida mis saqlaydi. U biroz tabiiy gidrofob xususiyatiga ega. To'plovchi sifatida ksantogenatlar va ditiofosfatlar ishlatilganda yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlar xalkopiritga so'ndiruvchi ta'sirini ko'rsatadi.

Bornit –  $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$  tarkibida 63,3 % mis saqlaydi va to'q sariqdan sariq havoranggacha ola bula rangga ega. Xalkopirit kabi ksantogenatlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Bornit kompleks temir sianidlari bilan so'ndiriladi.

Xalkozin  $\text{Cu}_2\text{S}$  sariq yoki qo'rg'oshin kulrang tusga, metal yaltiroqligiga ega mineral bo'lib, 80 % atrofida mis saqlaydi. Ksantogenatlar va aminlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi.

Natriy sulfidi  $\text{Na}_2\text{S}$  va giposulfidi ishtirokida sianidlarning katta sarfida so'ndiriladi.

Kovellin  $\text{CuS}$  65 % atrofida mis saqlaydi. Mis bo'yog'i - ko'k rangli, metall kabi yaltiraydi. Mineral yumshoq va mo'rt, shuning uchun boyitishda kuchli shlamlanadi. Flotatsion xususiyatlari xalkozinnikiga yaqin: enargit  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$  mo'rt mineral bo'lib, po'lat – kul rang, 48 % atrofida mis saqlaydi. Flotatsiyalanish xususiyati bornitga yaqin.

Misli sulfidli rudalarda doimo yaxshi flotatsiyalanuvchi mineral hisoblanadigan pirit  $\text{FeS}_2$  ishtirok etadi. Biroq u juda tez oksidlanishi uchun uning flotatsiyalanishi keskin pasayadi. Pirit ohak va sianidlar ishtirokida yaxshi so'ndiriladi [1].

Misning oksidli minerallaridan malaxit  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  keng tarqalgan. Minerallarning rangi och yashil, ba'zan to'q yashil, 57 % atrofida mis saqlaydi. Tarkibi malaxitga yaqin, lekin och havo rang yoki to'q ko'k rangga ega mineral azurit deyiladi. Malaxit va azurit kuchsizroq flotatsiyalanish xususiyatiga ega. Mis silikatlari (xrikozolla  $\text{CuSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) yomon yoki umuman flotatsiyalanmaydi.

Misli rudalarda puch tog' jinslaridan kvars, kalsit, dala shpati keng tarqalgan.

Yo'ldosh elementlar sifatida misli rudalarda oltin, kumush, rux, molibden, nikel va boshqa metallar uchraydi.

Mis boyitmalariga qo'yiladigan texnik talablar 19- jadvalda keltirilgan.

Tarkibida 2 % dan ko'proq mis saqlovchi rudalar boy, 1-2 % mis saqlovchi rudalar o'rtacha sifatli va 1 % dan kam mis saqlovchi rudalar kambag'al rudalar deyiladi.

**Mis boyitmalariga qo‘yiladigan texnik talablar**

Boyitma markasi	Miqdori, %		
	Mis, kam emas	Qo‘shimchalar ko‘p emas	
		Rux	Qo‘rg‘oshin
KM-0	40	2	2.5
KM-1	35	2	3
KM-2	30	3	4.5
KM-3	25	5	5
KM-4	23	10	7
KM-5	20	10	8
KM-6	18	11	9
KM-7	15	11	9
Misli OM-8	12	11	9

Misli qumtoshlar, mis-porfirli rudalar va yaxlit sulfidli yoki mis kolchedanli rudalar misli rudalarning ko‘rinishlari hisoblanadi.

Mis qumtoshlarida xalkopirit, xalkozin va bornit asosiy rudali minerallar hisoblanadi. Oksidlanish zonasida malaxit, azurit, xrikozolla uchraydi. Puch tog‘ jinslari qumtosh, kvars, dala shpati, kalsit sifatida namoyon bo‘ladi. Rudadagi sulfidlarning miqdori 15 % dan oshmaydi.

Mis-porfirli xol-xolli rudalar 3-4 % gacha sulfidlarni va deyarli hamma vaqt mis bilan ajratiladigan molibden saqlaydi.

Mis qumtoshlar asosan pirit shaklida 90 % gacha sulfidlarni saqlaydi.

Faqat mis sulfidlarini saqlovchi mis – porfirli xol – xolli rudalar nisbatan oddiy texnologik sxema bo‘yicha boyitiladi. Bu holda faqat mis minerallarini puch tog‘ jinslaridan misli boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olib ajratish kerak.

Maydalash va kerakli yiriklikkacha yanchishdan so‘ng ruda ohak yordamida hosil qilinuvchi kuchsiz ishqoriy muhitda flotatsiyalanadi. To‘plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatiladi. Asosiy flotatsiya boyitmasi bir yoki ikki marta tozalanadi. Bunday rudalarni boyitishda 20 -25 % mis saqlovchi boyitma olinadi, misning boyitmaga ajralishi 95 % ni tashkil etadi.

Konda oksidli minerallar ko‘rinishidagi misning miqdoriga qarab ikki turdagi navli qazib olinadi.

Birinchi navli rudalar asosan sulfidli rudalar – xalkopirit, xalkozin, pirit, bornit, molibdenit va noruda minerallar – kvars, dala shpati ko‘rinishida uchraydi. Oksidli misning miqdori 10 %.

Ikkinchi navli rudalar katta miqdorda (3,5 % gacha) oksidli mis saqlovchi aralash rudalar hisoblanadi. Misning oksidli minerallari malaxit, azurit, xrikozolla va kuprit hoida bo‘ladi. Rudada limonit, gidrogematit, gematit mavjud. Noruda minerallar – kvars, dala shpati, seritsit, kaolinlar. Dala shpatlari kaolinitlar va montmorillonitlar hosil qilib yemirilgan.

Boyitishning texnologik sxemasi rudani I va II bosqichda elashsiz uch bosqichga maydalashni, sterjenli va sharli tegirmonlarda ikki bosqichda yanchishni, klassifikatsiya va mahsulotlarni qayta yanchib flotatsion boyitishni o‘z ichiga oladi.

Ruda 60 % -0,074 mm sinfgacha yanchiladi va asosiy flotatsiyaga jo‘natiladi. Asosiy flotatsiyaga natriy sulfidi butil va ksantogenatlarning aralashmasi suyuq shisha, T-66 va kerosin beriladi.

Flotatsiyaning tozalash jarayonlariga suyuq shisha, mis kuporosi, kerosin, ksantogenat va natriy sulfidi beriladi. Qayta yanchishda piritni so‘ndirish uchun ohak qo‘shiladi. Asosiy flotatsiya chiqindilari qum va shlamli fraksiyalarga klassifikatsiyalanadi. Qumli fraksiya flotatsiyaga uchratiladi, 0,05 – 0,06 % mis saqlovchi shlamlar otvalga jo‘natiladi.

Mis boyitish fabrikasining tovar boyitmasi 17-19 % mis saqlovchi misli boyitma hisoblanadi. Bunda misning boyitmaga ajralishi 85 – 90 %, molibdenniki 45 – 50 % tashkil etadi. Boyitmadagi molibdenning miqdori 0,14 – 0,15 %.

Mis – piritli rudalarda misdan tashqari katta miqdorda pirit uchraydi. Bunday rudalarni boyitishda ikkita misli va piritli boyitma olinadi.

Piritli boyitmalarga qo‘yiladigan texnik talablar 20- jadvalda keltirilgan.

Mis – piritli rudalar quyidagicha boyitiladi. Ruda kerakli yiriklikkacha yanchiladi va kuchsiz ishqoriy muhitda flotatsiyalanadi. Mis va pirit sulfidlari bitta mis – piritli kollektiv boyitmaga ajraladi va bunda puch tog‘ jinslaridan ozod bo‘ladi. Keyin kollektiv boyitma tozalanadi sharli tegirmonlarda mis va pirit minerallari o‘simtalarining yuzasini ochish uchun qayta yanchiladi.

Qayta yanchishdan so‘ng mis minerallarini piritdan ajratish uchun selektiv flotatsiyalanadi. Buning uchun pirit ohak bilan so‘ndiriladi va chiqindi tarkibida qoladi, mis minerallari ko‘pikli mahsulotga o‘tadi va u misli boyitma hisoblanadi. Asosiy flotatsiya boyitmasi tozalanadi.

Yaxlit mis – piritli rudalar qiyinroq boyitiladi. Bu rudada pirit miqdori ko‘p bo‘lib, yuqori sifatli misli boyitma olishni qiyinlashtirishi

bilan tushuntiriladi. Bunday rudalar xol – xolli rudalarga nisbatan mayinroq tuyuladi.

## 20- jadval

### Piritli boyitmalarga qo‘yiladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %		
	oltingugurt, kam emas	Qo‘rg‘oshin va rux	Namlik
KSF-1	47	1	3,8
KSF-2	45	1	3,8
KSF-3	42	1	3,8
KSF-4	38	1	3,8

Yaxlit mis – piritli rudalarni boyitishda avval ishqor yordamida hosil qilinuvchi kuchli ishqoriy muxitda misli flotatsiya o‘tkaziladi. Ohak piritni so‘ndiradi. To‘plovchi sifatida ksantat ishlatidi.

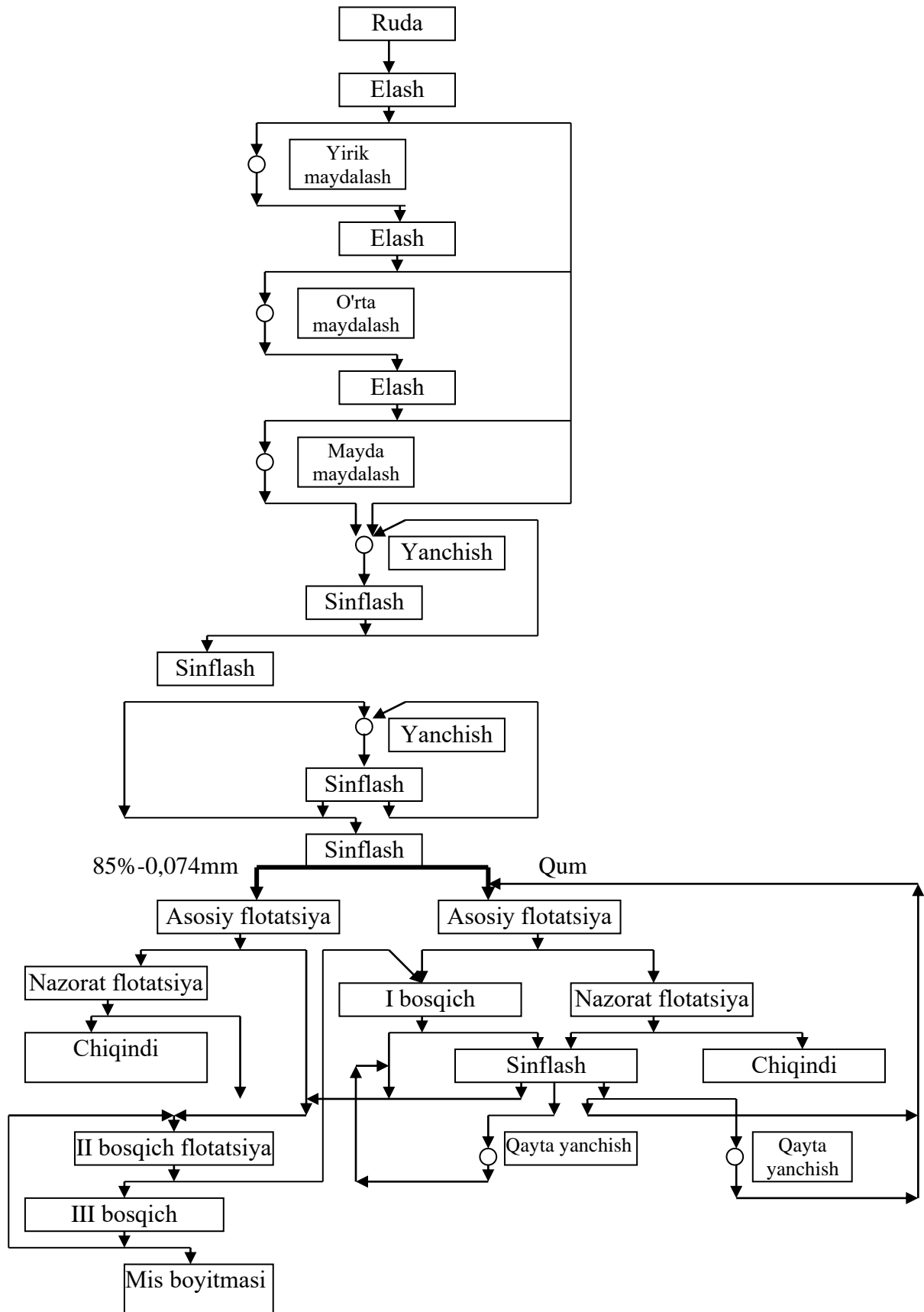
Agar rudada puch tog‘ jinslari kam bo‘lsa, misli flotatsiya chiqindilar tayyor piritli boyitma hisoblanadi. Agar rudada puch tog‘ jinslari ko‘p bo‘lsa, flotatsiyaning ikkinchi bosqichi o‘tkaziladi va pirit boyitmaga ajratiladi, puch tog‘ jinslarini saqlovchi qoldiq tashlab yuboriladigan chiqindi sifatida chetlashtiriladi.

Misli flotatsiyada pirit ohak yordamida so‘ndirilgani uchun, uni faollashtirish ya‘ni flotatsion qobiliyatini tiklash kerak, uni pirit yaxshi flotatsiyalanadigan nordon muhit hosil qiluvchi sulfat kislota yordamida amalga oshirish mumkin.

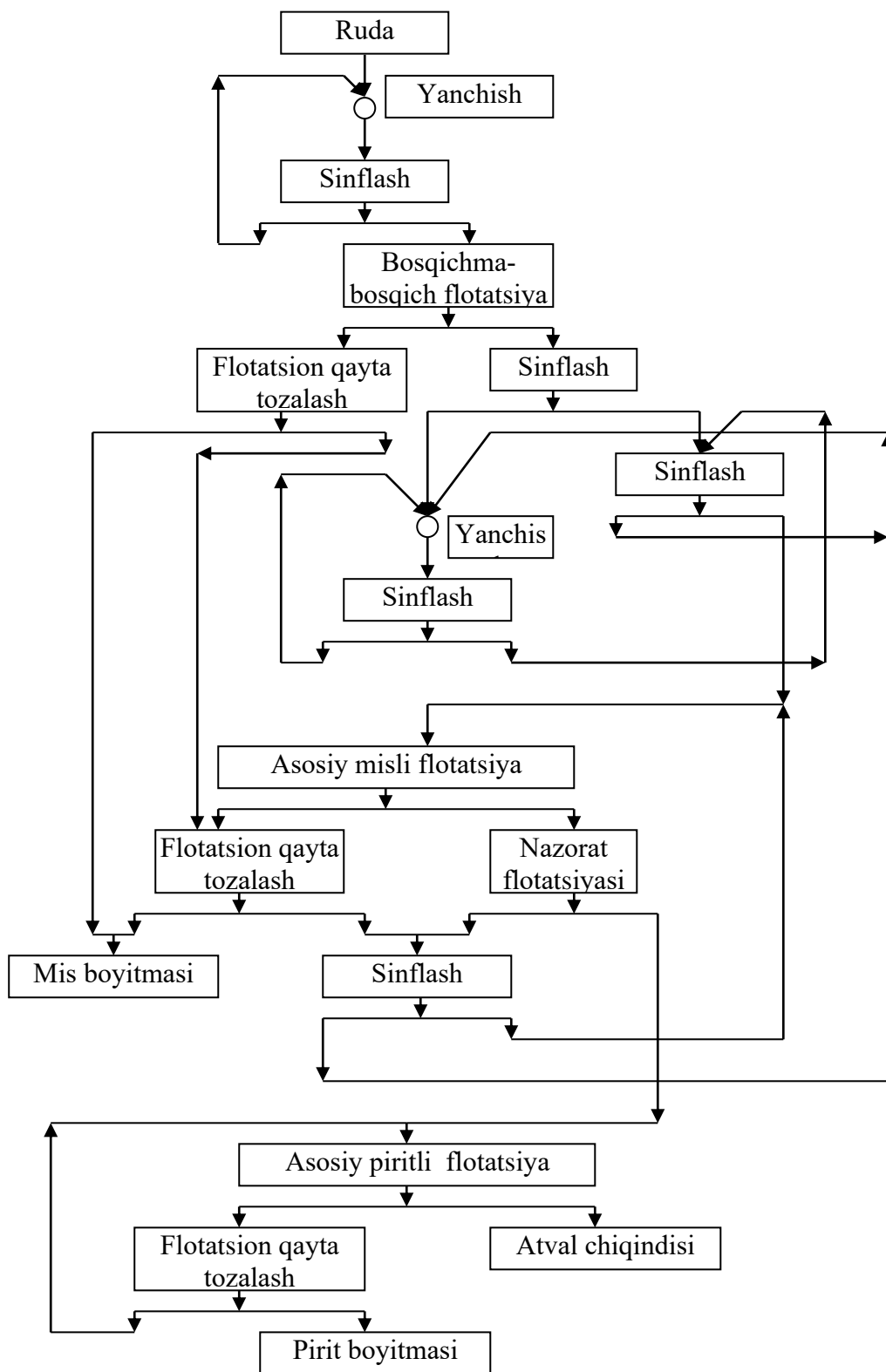
Misni malaxit va azurit ko‘rinishida saqlovchi oksidli va aralash misli rudalar (misli qumtoshlar) ni boyitishda bo‘tana avval natriy sulfidi eritmasi bilan ishlanadi. Natriy sulfidining ta‘siri natijasida oksidlangan minerallar mis sulfidining pardasi bilan qoplanadi. Shundan keyin rudani sulfidli rudalar kabi flotatsiyalanadi.

46-rasmda misli qumtoshlarni boyitish sxemasi keltirilgan.

Rudadagi asosiy rudali minerallar xalkopirit, xalkozin va bornit hisoblanadi. Rudadagi bornit va xalkopiritning nisbati o‘rtacha 1:1, xalkozin xalkopirit va bornitga nisbatan ancha kam. Noruda minerallar kvars, dala shpati, karbonatlar, seritsit va xlorit ko‘rinishida ishtirok etadi. Mis minerallarining xol – xolligi 0,2-0,01 mm.



**51-rasm.** Mis-porfirli rudalarni boyitishning texnologik sxemasi



**52-rasm.** Yaxlit sulfidli rudalarni boyitishning texnologik sxemasi

Misli ruda uch bosqichda maydalanadi. Har qaysi maydalash bosqichidan avval dastlabki elash operatsiyalari qo‘llaniladi, 63-65 % -

0,074 mm li sinfgacha yanchiladi, klassifikatsiyalanadi va qum hamda shlamlar alohida alohida flotatsiyalanadi [2].

Yirikligi 85 % -0,74 mm li shlamlarning flotatsiyasi natriy sulfidi, butil ksantogenati va ko‘pik hosil qiluvchi T-66 qo‘llab amalga oshiriladi. Qumli fraksiya ksantogenat bilan ishlanadi, asosiy va nazorat flotatsiyasiga uchratiladi.

Misli boyitma birinchi tozalashdan keyin 90-95 % -0,074 mm li sinfgacha qayta yanchiladi va shlamli flotatsiya boyitmasi bilan qo‘shilib ikki marta tozalanadi va 40 % li misli boyitma olinadi, misning boyitmaga ajralishi dastlabki rudaga nisbatan 90 % ni tashkil etadi.

Yaxlit sulfidli misli rudalar selektiv flotatsiyaga qiyinroq uchraydi, chunki ularning tarkibidagi mis va temir sulfidlari bir xil flotatsiyalanish xususiyatiga ega. Shuning uchun pirit va xalkopiritni ajratishga faqat bo‘tanani kuchli ishqoriy muhitda flotatsiyalash orqali erishish mumkin, bunda pirit so‘ndiriladi.

Rudada oson o‘ta yanchiluvchi ikkilamchi mis minerallari (xalkozin, bornit, kovellin) ning mavjudligi flotatsiyani qiyinlashtiradi. 50-60 % -0,074 mm gacha qayta yanchishdan keyin mayda zarrali mis minerallari ajraladi.

**Mis– ruxli rudalar.** Mis – ruxli rudalar misli va ruxli boyitma oluvchi nisbatan murakkab texnologik sxema bo‘yicha boyitiladi.

Ruxli boyitmalarga qo‘llaniladigan texnik talablar 21- jadvalda keltirilgan.

## 21- jadval

### Ruxli boyitmalarga qo‘llaniladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %				
	Rux, kam emas	Qo‘shimchalar ko‘p emas			
		Temir	Kremnezem	Mis	Mishyak
KTS-1	56	5	2	1	0.05
KTS-2	53	7	3.5	1.2	0.1
KTS-3	50	9	4	1.5	0.3
KTS-4	45	12	5	2.5	0.5
PTS (ruxli ora-liq mahsulot)	40	16	6	3.5	normalan-maydi

Rux asosiy minerali sfalerit ZnS, yoki rux almashgichi hisoblanadi. Sfaleritning zichligi 3.5-4.3 g/sm<sup>3</sup>, ruxning miqdori 67,1 %.

Mis – rux sulfidli rudalarni boyitish uchun turli texnologik sxemalar qo‘llaniladi, ular orasida ikkita ko‘proq tarqalganini ajratish mumkin.

1) selektiv flotatsiya sxemasi bunda birinchi navbatda mis sulfidlari flotatsiyalanadi, mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfalerit flotatsiyalanadi. Ruxli flotatsiya chiqindilari piritli boyitma bo'lishi mumkin, yoki undan pirit flotatsiyalanadi.

2) kollektiv – selektiv flotatsiya sxemasi bunda avval mis – ruxli yoki mis – rux – piritli flotatsion boyitma olinadi va u tegishli ravishda ikkita yoki uchta boyitmaga ajratiladi [2].

Mis – ruxli rudalarning flotatsiyasiga quyidagi reagentlar ishlatiladi. To'plovchi sifatida butil ksantogenati yoki butil aerofloti, so'ndiruvchi sifatida rux kuporosi natriy sulfidi, sianidlar, natriy sulfiti va tiosulfati ishlatilib, ular ruxni misning sulfidli minerallaridan ajratishga imkon beradi.

47- rasmda mis – ruxli rudalarni boyitish sxemasi keltilgan.

Texnologik sxema quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- Rudani 85-87 % -0,074 mm li sinfgacha yanchish, mis minerallarining xomaki misli boyitmaga ajratish va uch marta tozalash;

- Misli oraliq mahsulotni qayta yanchish, klassifikatsiyalash va pH 7,8 – 8,2 ajratish (pirit va sfalerit ohak, natriy sulfidi, natriy sulfati va rux kuporosi bilan so'ndiriladi);

- Rux minerallarini ikkita qabul qilishda ajratish, ularni tayyor boyitma olinguncha tozalash va oraliq mahsulotlarning ruxli flotatsiyasi, ko'pikli mahsulotni uch to'rt marta tozalab, xomaki ruxli boyitma olish;

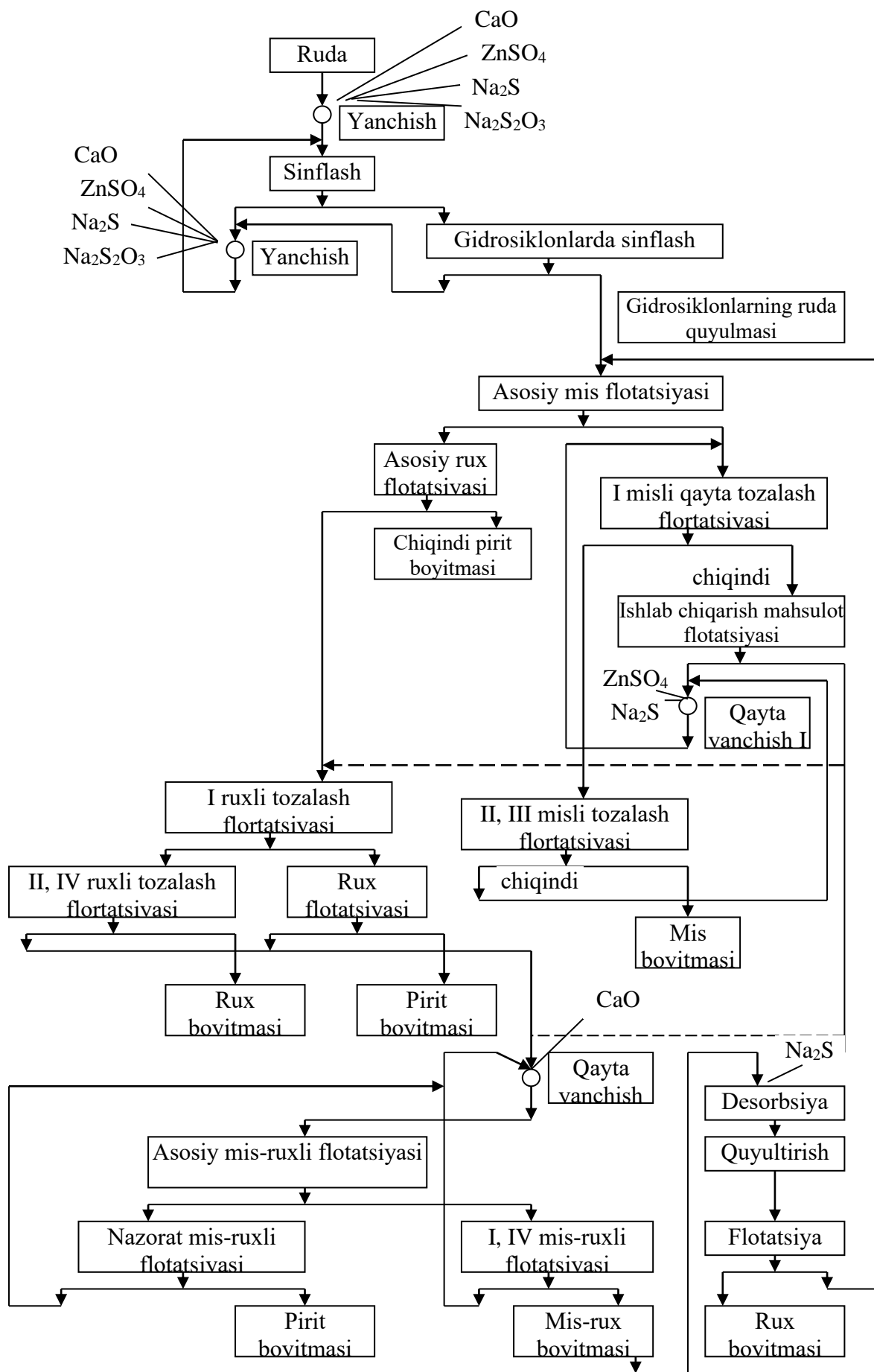
- Xomaki ruxli boyitmani desorbsiyalash va yuvish;

- Kameradagi mahsulot sifatida tayyor ruxli boyitma olish bilan mis – piritli flotatsiya (asosiy nazorat)

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Misning sulfidli minerallariga qaysi minerallar kiradi?
2. Misning oksidli minerallariga qaysi minerallar kiradi?
3. Misli rudalarda puch tog' jinslari qaysi minerallar xolida uchraydi?
4. Misli rudalar boyitishga qanday tayyorlanadi?
5. Misli rudalar qanday sxema bo'yicha boyitiladi?
6. Misli boyitmalarga qanday talabdar qo'yiladi?
7. Misli rudalarni boyitishda qanday reagentlar qo'llaniladi?





**53-rasm.** Mis-ruxli rudani boyitishning texnologik sxemasi

### 3.21. Qo‘rg‘oshinli rudalarni flotatsiya usulida boyitish

Mineral tarkibiga ko‘ra qo‘rg‘oshinli, ruxli va kompleks qo‘rg‘oshinli – ruxli rudalar mavjud bo‘ladi. Birinchi ikki turdagi juda kam uchraydi. Qo‘rg‘oshin va ruxning asosiy qismi kompleks qo‘rg‘oshin – ruxli rudalardan ajratib olinadi. Barcha turdagi rudalar sulfidli, oksidli va aralash rudalarga bo‘linadi. Galenit – sulfidli va aralash rudalarning qo‘rg‘oshinli minerallar hisoblanadi [2].

Qo‘rg‘oshinning oksidli minerallariga serussit va anglazit kiradi.

Rux minerallaridan sanoat ahamiyatiga egasi faqat bitta mineral – sfalerit. Ruxning oksidli minerali kam uchraydi va boyitishda qiyin ajratiladi.

**Qo‘rg‘oshinli rudalarning flotatsiyalanish xususiyati.** Galenit PbS, qo‘rg‘oshin yaltirog‘i sulfidli mineral hisoblanib, tarkibida 86,6 % qo‘rg‘oshin saqlaydi. Galenitning rangi qo‘rg‘oshin – kulrang yaltiroqligiga ega. Qattiqligi 2-3, zichligi 7,4 – 7,5 g/sm<sup>3</sup>, mo‘rt. Kuchsiz elektr o‘tkazuvchanlik va yaxshi diektorlik xususiyatiga ega.

Galenitning oksidlanmagan yuzasi gidrofob va bunday mineral to‘plovchisiz flotatsiyalanishi mumkin. Biroq mineralning tez oksidlanishi tufayli uning flotatsiyasi uchun to‘plovchi, masalan, ksantogenat berish kerak. Galenit xlorli ohak, natriy sulfiti va natriy sulfidi bilan so‘ndiriladi.

Serussit (PbCO<sub>3</sub>) 77,5 % qo‘rg‘oshin saqlaydi. Mineralning rangi kulrang sarg‘ish yoki qo‘ng‘irroqqa o‘xshash. Olmos yaltiroqligiga ega. Qattiqligi 3-3,5 solishtirma og‘irligi 6,4-6,6 g/sm<sup>3</sup>. Mineral yumshoq, juda mo‘rt. Kuchsiz flotatsiyalanish xususiyatiga ega va natriy sulfidi bilan faollashtirishsiz flotatsiyalanmaydi.

Anglezit PbSO<sub>4</sub> tarkibida 68,3 % qo‘rg‘oshin saqlaydi. Bu mineralni flotatsiyalanish uchun ham dastlab natriy sulfidi bilan faollashtirish kerak.

Sfalerit ZnS minerallarning nomi “sfaleros” aldamchi so‘zidan olingan. Bu mineral tashqi belgilarining rasmiy sulfidlariga hech o‘xshamasligi sababli shunday atalgan bo‘lsa kerak. Uning sinonimi rux aldamchisi hisoblanadi. Sfaleritning turlari: kleyofan – oq rangli yoki rangsiz (deyarli butun aralashmalardan holi) bo‘lgan xili, marmatit – sfaleritning qora rangli temir aralashgan xili, poshibramit – kadmiyga boy (Cd 5% gacha) xili bor.

Sfalerit tarkibida 67 % rux saqlaydi. Aralashma sifatida ko‘proq temir (20% gacha) uchraydi.

Sfaleritning rangi odatda qoramtir yoki jigar rang, ko'pincha qora (marmatit), kamdan-kam sariq, qizil va yashilroq bo'ladi. Butunlay rangsiz-shaffof xili (kleyodan) ham bor. Olmos kabi yaltiraydi. Qattiqligi 3-4, solishtirma og'irligi 3,9-4. Sfalerit ancha mo'rtidir. U elektr o'tkazmaydi va tubdan termoelektrlanish xususiyatiga egadir. Uning ayrim xillari ishqalganda yoki singanda fosforensiyalanadi. To'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatilib flotatsiyalanadi. Rux kuporosi va natriy sulfidi aralashmasi yordamida so'ndiriladi. So'ndirilgan rux aldamchi mis kuporosi bilan faollashtiriladi [2].

Smitsonit ( $ZnCO_3$ ) tarkibida 52% Zn saqlaydi. Aralashmalar sifatida qo'shimcha temir, marganes, magniy va boshqa elementlar ishtirok etadi.

Smitsonitning rangi oq, yashilroq yoki kulrangroq tusda tovlanadi. To'q yashil rangli xilining tarkibida malaxit aralashmasi bo'ladi. Shisha kabi yaltiraydi. Katod nurlarida och pushti rangda yarqirab ko'rinadi. Qattiqligi 5, mineral mo'rt solishtirma og'irligi 4,1 – 4,5.

Faqat qo'rg'oshin saqlaydigan rudalar tabiatda kam uchraydi. Ularda qo'rg'oshindan boshqa rux yoki rux va mis ishtirok etadi. Undan tashqari yo'ldosh elementlar sifati vismut, molibden, kadmiy, kumush, oltin, selen, tellur, germaniy, talliy, galliy va indiy saqlaydi. Bu elementlar odatda tarqoq xolda joylashgan. Polimetall rudalarning asosiy komponentlari qo'rg'oshin va rux 1:1,5 va undan ko'proq nisbatda uchraydi. Qo'rg'oshin miqdori ruxdan ortiq bo'lgan hollar juda kam kuzatiladi.

Sulfidli rudalar nisbatan oddiy sxema bo'yicha boyitiladi. Agar rudada yirik va mayda xol – xollik galenit bo'lsa, gravitatsiya – flotatsiya boyitish sxemasi qo'llaniladi, bunda avval gravitatsiya usulida galenitning yirik zarralari chiqindisi qayta yanchishdan so'ng mayda zarralari flotatsiya usulida boyitiladi.

Qo'rg'oshinning 15 – 80 % ini oksidli minerallari ko'rinishida saqlaydigan aralash rudalarning flotatsiyasi ikki xil sxema bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Sulfidli va oksidli minerallarining alohida flotatsiyasida avval galenit flotatsiyalanadi, so'ngra sulfidlashdan keyin serussit va anglezit flotatsiyalanadi. Biroq ko'pincha oksidli minerallarning sulfidlovchi sifatida natriy sulfidi qo'llab, barcha sulfidli minerallarni birgalikdagi flotatsiyasi qo'llaniladi. Bunda natriy sulfidining ortiqcha sarflanishiga yo'l qo'ymasligi kerak, bu holda galenit so'ndirilishi mumkin.

**Qo'rg'oshinli va qo'rg'oshin – ruxli flotatsiyalashda qo'llaniladigan reagentlar.** Flotatsiyaning reagent tartiblari Qo'rg'oshin – ruxli rudalar asosan flotatsiya usulida boyitiladi. Bu rudalarni dastlabki boyitish uchun bazan og'ir suspenziyalarda ajratish usuli qo'llaniladi. Og'ir suspenziyalarda boyitishni puch tog' jinslarining asosiy qismini nisbatan yirik yanchishda ajratish mumkin bo'lgan hollarda qo'llash mumkin. Og'ir suspenziyalarda boyitish natijasida flotatsiya fabrikalarining ishlab chiqarish quvvati ortadi, yanchish va flotatsiyaga tushadigan ruda hajmining qisqarishi hisobiga boyitishga ketadigan xarajatlar kamayadi, rudani qazib olish usuli soddalashadi va arzonlashadi.

**22-jadval**

**Qo'rg'oshin boyitmalariga qo'yiladigan texnik talablar**

Qo'rg'oshin boyitmasi turi	Miqdori, %		
	Qo'rg'oshin, kam emas	Qo'shimchalar, ko'p emas	
		Rux	Mis
KS0	73	2	1,5
KS1	70	3	1,7
KS2	65	4	2
KS3	60	6	2,5
KS4	55	8	3,5
KS5	50	10	4
KS6	45	11	5
KS7	40	13	6
PPS (Qo'rg'oshinli yarim mahsulot)	30	-	-

**23-jadval**

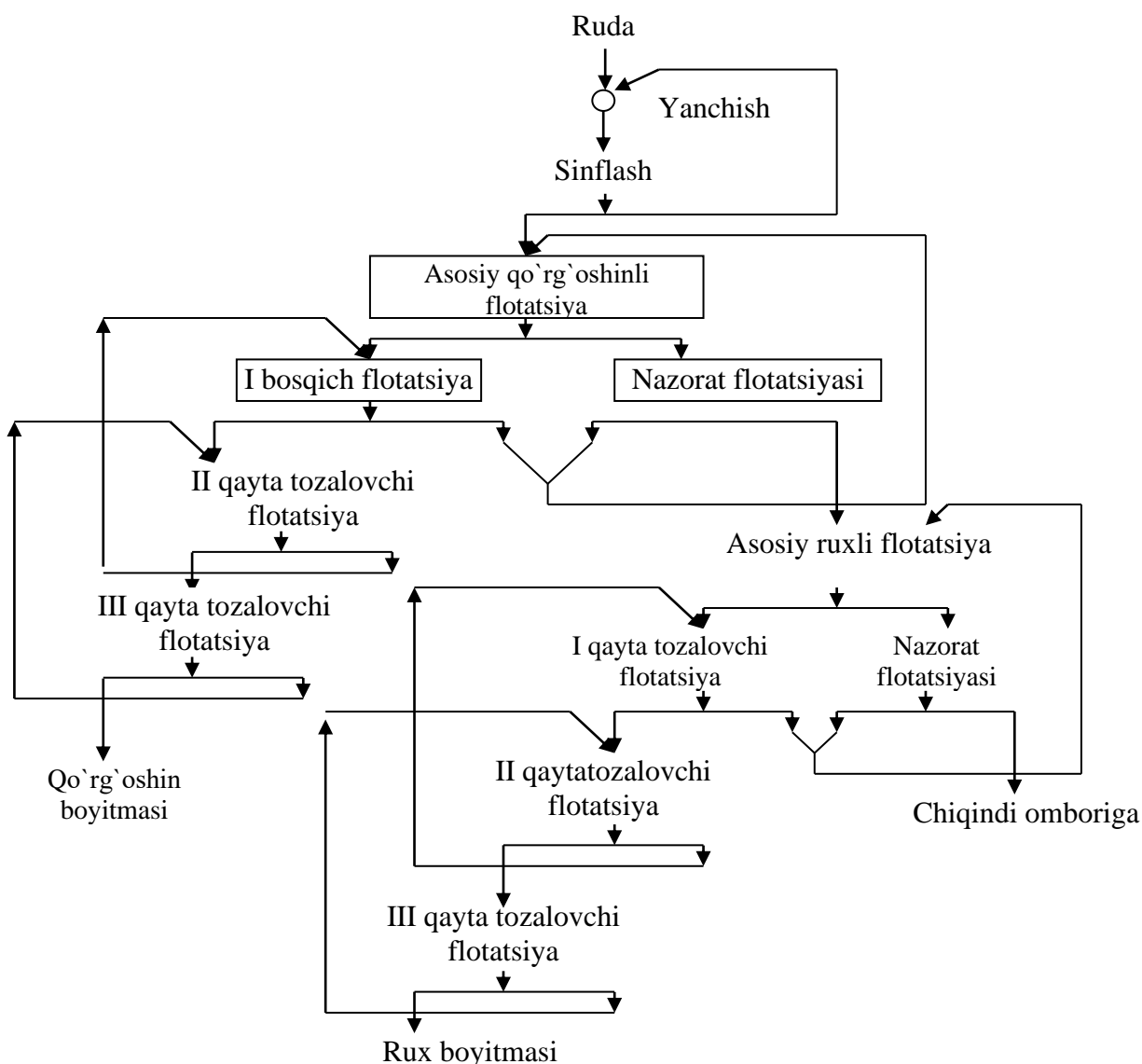
**Rux boyitmalariga qo'yiladigan texnik talablar**

Rux boyitmasi turi	Miqdori, %			
	Rux, kam emas	Qo'shimchalar ko'p emas		
		SiO <sub>2</sub>	AS	Fe
KS-1	56	2	0,05	5
KS-2	53	4	0,1	7
KS-3	50	5	0,3	9
KS-4	45	6	0,5	12
PS (Ruxli yarim mahsulot)	40	6	-	16

Qo'rg'oshin – ruxli polimetall rudalar ham nisbatan sodda flotatsiya sxemalari bo'yicha boyitiladi. Biroq rudaning tarkibida qo'rg'oshin va rux

minerallar bilan bir qatorda mis minerallari, pirit va boshqa yoʻldosh minerallar uchrasa flotatsiya sxemasi va jarayonning tarkibi murakkablashadi. Bu xolda qoʻrgʻoshin – ruxli rudalarni boyitishda qoʻrgʻoshinli, ruxli, misli va piritli boyitmalar olinadi.

Selektiv flotatsiya sxemasi boʻyicha avval koʻpikli mahsulotga galenit ajratiladi. Bunda sfalerit rux kuporosi va natriy sulfiti aralashmasi bilan soʻndiriladi. Flotatsiya soda yoki ohak yordamida hosil qilinadigan ishqoriy muhitda amalga oshiriladi. Toʻplovchi sifatida ksantogenatlar ishlatiladi.



**54-rasm.** Rux-qoʻrgʻoshinli sulfidli rudalarning selektiv flotatsiyasi sxemasi

Sulfidlarni puch togʻ jinslaridan ajratish uchun suyuq shisha ishlatiladi.

Kollektiv – selektiv flotatsiya sxemasi boyicha kollektiv boyitmaga darxol galenit va sfalerit ajratiladi. Bunda puch tog‘ jinslari chiqindilari tarkibida chetlashtiriladi. Keyin kollektiv boyitma qo‘rg‘oshinli va ruxli boyitmalarga selektiv flotatsiyadagidek ketma – ketlikda ajratiladi.

Rudada misning miqdori yetarli bo‘lganda avval mis saqlovchi minerallar kollektiv boyitmaga keyin misli boyitmaga ajratiladi.

Oksidli qo‘rg‘oshin – ruxli rudalarning flotatsiyasidan oldin ular dastlab natriy sulfidi bilan ishlanadi, buning natijasida minerallarning oksidli yuzasi sulfidli yuzaga aylanadi.

Sulfidli qo‘rg‘oshin – ruxli rudalarning selektiv flotatsiya sxemasi ikkita siklni o‘z ichiga oladi. qo‘rg‘oshin va ruxli. Har qaysi sikl asosiy flotatsiyani uchta tozalashni va bitta nazorat flotatsiyasidan tashkil topgan.

Flotatsiyaga 70 %- 0,074 mm li sinfgacha yanchilgan mahsulot tushadi. Qo‘rg‘oshinli flotatsiya siklida sfalerit natriy sulfidi va rux kuporosi bilan so‘ndiriladi. Flotatsiya soda yordamida hosil qilinadigan ishqoriy muhitda olib boriladi. Qo‘rg‘oshinli flotatsiya chiqindilari ruxli flotatsiya sikliga tushadi. Avval so‘ndirilgan sfaleritni faollashtirish uchun asosiy rux kuporosiga beriladi. Shu jarayonning o‘ziga piritni so‘ndirish uchun ohak yuklanadi. Ruxli flotatsiya natijasida ruxli boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olinadi.

Qo‘rg‘oshinli boyitma 70 % atrofida qo‘rg‘oshin, ruxli boyitma esa 55% atrofida rux saqlaydi. Qo‘rg‘oshinning qo‘rg‘oshinli boyitmaga ajralishi 90 % atrofida, ruxning ruxli boyitma ajralishi 90 – 92 % atrofida.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Qo‘rg‘oshinli va qo‘rg‘oshin – ruxli rudalarni flotatsiya usulida ajratishning mohiyati haqida tushuntirib bering?

2. Qo‘rg‘oshinli va qo‘rg‘oshin – ruxli rudalarni ajratishda flotatsiya usulini qo‘llashning afzalligi.

3. Qo‘rg‘oshinli va qo‘rg‘oshin – ruxli flotatsiyalashda qo‘llaniladigan qanday reagentlarni bilasiz?

4. Qo‘rg‘oshinli va qo‘rg‘oshin – ruxli rudalarni flotatsion sxemalari va tartiblari.

### 3.22. Mis – molibdenli rudalarni flotatsiya usulida boyitish texnologiyasi

Molibdenning barcha konlari bir nechta sanoat turlariga bo‘linadi.

Kvars – molibdenli tomirli rudalar uncha katta bo‘lmagan quvvatga ega (0,3 – 0,5 m) tomirlardan iborat bo‘lib, 0,3 – 0,5 % molibden saqlaydi.

Volfram – molibdenli tomirli rudalarda molibden tufayli uning miqdori sezilarsiz va volfram bo‘yicha sanoat bahosiga ega.

Tabiatda molibden asosan bevosita minerallar va kam hollarda tarqoq ko‘rinishda toshko‘mir va ko‘mirli slaneslarda uchraydi.

Molibdenning 20 dan ortiq minerallari mavjud, lekin ularning orasida faqat uchta sanoat ahamiyatiga ega [2].

Molibdenit  $\text{MoS}_2$  60 % molibden va 40% oltingugurt saqlaydi. Minerallarning nomi grekcha “molibdos” – qo‘rg‘oshin degan so‘zdan kelib chiqqan. Sinonimi – molibden yaltirog‘i. Molibdenitning rangi qo‘rg‘oshindek – kul rang. U metalldek yaltiraydi. Qattiqligi 1. Yupqa varaqchalari eruvchan. Qo‘lga yog‘langandek unmaydi. Qog‘ozga grafitga o‘xshab chizadi. Solishtirma og‘irligi 4,7-5,0 g/sm<sup>3</sup>. Molibdenitning elektr o‘tkazuvchanligi oddiy uy harakatida juda past, lekin harorat ortishi bilan ko‘tariladi.

Molibdenit tabiatiga ko‘ra gidrofob mineral va to‘plovchisiz flotatsiyalanishi mumkin.

Povellit –  $\text{CaMoO}_4$  48 % atrofida molibden saqlaydi. Rangli och sariq, sarg‘ish – yashil (kristallari). Yaltirashi olmos kabi, qattiqligi 3,5, mo‘rt, solishtirma og‘irligi 4,25 – 4,52 g/sm<sup>3</sup>.

Povellit molibdenli konlarning oksidlanishi zonasida juda ko‘p tarqalgan mineral hisoblanadi. Molibdenitga nisbatan qiyinroq flotatsiyalanadi. Uning flotatsiyasi uchun kuchli to‘plovchi – yog‘ kislotasi yoki sovun kerak.

Ferrimolibdenit  $3\text{MoOFe}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 39,7 % molibden saqlaydi va molibden konlarining oksidlanish zonasida temir oksidlari va gidroksidlari bilan birgalikda uchraydi. Kulrang yoki sariq rangli qattiqligi 2 solishtirma og‘irligi 4,5 g/sm<sup>3</sup>. Rudada juda ingichka tomir va qo‘shimchalar holida joylashgan. Flotatsiyaga qiyin uchraydi, shuning uchun kambag‘al boyitmalar olinadi. Og‘ir metallarning sulfidlarini sezilarsiz miqdorda saqlaydigan bevosita molibdenli rudalar sodda flotatsiya sxemasi bo‘yicha boyitiladi. Bu sxema to‘plovchi sifatida kerosin, dizel yonilg‘isi yoki transformator yog‘i qo‘llab molibdenning asosiy flotatsiyasini 6 tagacha tozalash operatsiyasini va chiqindi nazorat flotatsiyasini o‘z ichiga oladi.

Kvars va og‘ir metallar sulfidlarini so‘ndirish uchun suyuq shisha va natriy sulfidi, ko‘pik hosil qiluvchi sifatida ishlatiladi. Flotatsiya soda yordamida hosil qiluvchi kuchsiz ishqoriy muhitda hosil qilinadi.

Agar rudada og‘ir metallarning sulfidlari (temir, mis, qo‘rg‘oshin, rux) ko‘p bo‘lsa flotatsiya jarayoni va tartibi murakkablashadi. Bu holda og‘ir metallar sulfidlarini so‘ndirish uchun jarayonga natriy sulfidi beriladi.

Povellit saqlovchi oksidli molibdenli rudalardan faqat kambag‘al boyitmalar olinadi.

Kam miqdorda og‘ir metallar sulfidlarini saqlovchi molibdenli rudalar oddiy flotatsiya sxemasi bo‘yicha boyitiladi. Bu sxema asosiy molibdenli flotatsiya sxemasini boyitmani bir nechta tozalash (6 tagacha) va nazoratchi flotatsiyani o‘z ichiga oladi. To‘plovchi sifatida kerosin, dizel yonilg‘isi yoki transformator yog‘i, so‘ndiruvchi sifatida suyuq shisha va natriy sulfidi, ko‘pik hosil qiluvchi sifatida terpenyenol xizmat qiladi. Flotatsiya soda yordamida hosil qilinuvchi kuchsiz ishqoriy muhitda olib boriladi.

Agar rudada og‘ir metallar (temir, mis, qo‘rg‘oshin, rux) sulfidlari ko‘p bo‘lsa flotatsiya va tartibi murakkablashadi. Bu holda sulfidlarni so‘ndirish uchun jarayonga natriy sulfidi beriladi.

Povellit saqlovchi oksidli minerallardan faqat kambag‘al boyitmalar olinadi va ular gidrometallurgiya usuli bilan meyoriga yetkaziladi.

Aralash sulfid – oksidli rudalar molibdenit va povellitni ketma – ket flotatsiyasi sxemasi bo‘yicha boyitiladi.

### **Mis – molibdenli rudalarni flotatsiya usulida ajratish**

Mis – molibdenli rudalar avval mis – molibdenli kollektiv boyitma olish va keyin uni alohida misli va alohida molibdenli boyitmaga ajratish sxemasi bo‘yicha boyitiladi.

Mis – molibdenli rudalarda molibdenning miqdori juda kam, lekin ular molibden olish uchun asosiy xomashyo hisoblanadi.

Odatda avval mis – molibdenli boyitma olinadi va u keyingi selektiv ajratishdan oldin bir necha marta tozalanadi, bazan hatto qaytadan yanchiladi.

Mis va molibdenli minerallarning flotatsiyasi uchun to‘plovchi sifatida ksantogenatlar va apolyar yog‘lar, ko‘pik hosil qiluvchi sifatida terpenyenol, qarag‘ay yog‘i va T-66 ishlatiladi [2].

Molibdenning kollektiv boyitmadagi miqdori 0,2 – 1 %, misning miqdori esa 10 – 30 %.



Mis – molibdenli boyitmani ajratish ko‘pincha mis minerallarini so‘ndirib, molibdenni flotatsiyalash orqali amalga oshiriladi. Mis minerallarini so‘ndirish uchun natriy sulfidi, ferrosianid sianidlar bilan, vodorod peroksid sianidlar qo‘shib, rux kuporosi va boshqa so‘ndiruvchilar ishlatiladi.

**Mis-molibdenli rudalarning tasnifi.** Mis-molibdenli boyitmalarni olish manbalari bo‘lib, mis-porfirli, mis-molibdenli rudalar, molibdenli rudalar, shuningdek volfram-molibdenli rudalar hisoblanadi.

Tarkibida 0,3-0,4% dan ortiq mis saqlovchi rudalar sanoat rudalari hisoblanadi va ularning tarkibidagi sulfidli minerallar miqdori 85-90% dan kam bo‘lmasligi kerak. Misning sulfidli minerallaridan eng ko‘p sanoat ahamiyatiga egalari xalkopirit, bornit, xalkozindir.

Xalkopirit-  $\text{CuFeS}_2$  tarkibida 35% mis saqlaydi. U tabiiy gidrofoblik xususiyatiga ega.

To‘plovchi sifatida ksantogenatlar va ditiofosfatlar qo‘llanilganda yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlar xalkopiritga so‘ndiruvchi ta‘sirini ko‘rsatadi.

Bornit-  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  tarkibida 63,3% mis saqlaydi. Xalkopirit singari ksantogenatlar ishtirokida yaxshi flotatsiyalanadi. Bornit temir sianidlarining komplekslari ishtirokida so‘ndiriladi.

Xalkozin-  $\text{Cu}_2\text{S}$  tarkibida 80% mis saqlaydi. Ksantogenatlar va aminlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlarning katta sarfida natriy sulfiti  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , giposulfit  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ishtirokida so‘ndiriladi.

Misning oksidli minerallaridan malaxit, azurit, xrizokolla uchraydi.

Misli rudalarda puch tog‘ jinslaridan kvars, kalsiy, dala shpati keng tarqalgan. Misli rudalarda yo‘ldosh elementlar sifatida oltin, kumush, rux, molibden, nikel va boshqalar uchraydi.

Mis-porfirli rudalar tarkibida 3-4% sulfidlarni va deyarli barcha hollarda molibden saqlaydi va u mis bilan birgalikda ajratib olinadi.

Molibdenning barcha sulfidli rudalarda asosiy minerali molibdenit –  $\text{MoS}_2$  hisoblanadi. Molibdenit tarkibida 60% molibden va 40% oltingugurt saqlaydi, zichligi  $4700-5000 \text{ kg/m}^3$ , qattiqligi 1. Molibdenning oksidli minerallaridan povellit ( $\text{CaMoO}_4$ ), ferrimolibdenit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{MoO}_3 \cdot 7,5 \text{ H}_2\text{O}$ ) sanoat ahamiyatiga ega.

Molibden saqlovchi rudalar kompleks xomashyo hisoblanadi. Ular molibdendan tashqari mis, temir, oltingugurt, volfram, qalay, vismut, qo‘rg‘oshin, rux, oltin, kumush, reniy va boshqa qimmatbaho komponentlarni ham saqlaydiki, ularni ajratib olmasdan rudalarni qayta ishlash rentabel hisoblanmaydi.

Molibdenli va mis-molibdenli rudalarda puch tog' jinslari kvarts, serisit, xlorit, talk, kalsiy, flyuorit, dala shpati, turmalin va apatit ko'rinishida uchraydi.

Mis-molibdenli rudalarni boyitishda sulfidli minerallarni unga yopishgan jinslardan ajratish, sulfidli minerallarni boyitmalarga ajratish, nodir metallarni ajratib olish, rudaning sulfidsiz qismini kompleks ishlatish kabi masalalar hal etilishi zarur.

Mis-molibdenli rudalarni boyitishning qiyinchiligi ularning moddiy tarkibining o'ziga xosligiga bog'liq. Ularning asosiylariga quyidagilar kiradi:

- sulfidli minerallarni bir-biridan va yopishgan jinslardan to'liq ajratish uchun mayin yanchish zarurligi. Undan tashqari yanchish tartibi va boyitish sxemasini ishlab chiqishda shuni hisobga olish kerakki, birinchidan, molibdenitning nisbatan yumshoq zarralari yanchish vaqtida pirit va boshqa jinslarning o'tkir qirralari bilan kesiladi va bu holat molibdenitning o'ta yanchilishiga, uning boyitma ajralishining kamayishiga va boyitma sifatining yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

Ikkinchidan molibdenit va boshqa jinsning o'zaro ishqalanishida molibdenit flotatsion faollikka ega bo'ladi, bu esa flotatsiya operatsiyalarining samaradorligini pasaytiradi va boyitma sifatini yomonlashtiradi.

- sulfidli minerallarni boshqa jins minerallari, ayniqsa, algomosilikatlar (serisit-xloritli va slaneslar) dan ajratish samaradorligining yetarli emasligi. Chunki ular miqdorining rudada ortishi yuqori sifatli molibdenli boyitma olishda haddan ortiq qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

- rudadagi molibdenning juda kichik miqdorida tarkibida molibdenning miqdori 45% dan kam bo'lmagan yuqori sifatli boyitma olish kerakligi tufayli murakkab texnologik sxemalarni qo'llash zarurligi;

- Asosiy sulfidli minerallarni selektiv flotatsiyalash uchun turli flotatsion reagentlarni qo'llash sharoitida aylanma suv ta'minoti masalasini hal qilish, misning oksidli minerallari, nodir metallar va boshqalarni ham ajratib olish masalalarini hal etish.

### **Mis-molibdenli boyitmalarni ajratish usullari.**

Hozirgi vaqtda sanoat amaliyotida kollektiv mis-molibdenli boyitmalarni ajratishning quyidagi usullari keng qo'llaniladi.

*Natriy sulfidli muhitda bug'latish.* Natriy sulfidi (3–5 kg/t kollektiv boyitma uchun) qayta tozalash jarayonlariga beriladi, qayta tozalash chiqindilari esa asosiy molibden flotatsiyasining boshlanishiga tushadi, bu

reagentlarni flotatsiyaning butun maydoni bo‘ylab tushishini ta’minlaydi. Molibdenitning «bug‘li» flotatsiyalash sharoitlarida mis sulfidlari va pirit tazyiqlanadi. Jarayonning 80–90 °C harorati bevosita flotatsiya mashinalarida «kuchli» bug‘ bilan hosil qilinadi.

Aniqlanishicha, bo‘tanani 80–90 °C gacha qizdirishda molibdenitdan (va povellitdan) tashqari barcha sulfidlardan yig‘uvchi reagentni natriy sulfidi bilan desorbsiyalanishi keskin kuchayadi. Bu natriy sulfidining juda sekin oksidlanishi (parchalanishi) bilan izohlanadi, chunki «bug‘li» flotatsiyalash sharoitlarida bo‘tanaga kislorod kirishi kamayadi (bug‘da atmosferadagiga qaraganda kam kislorod mavjud) va oltingugurtli va gidrooltingugurtli ionlarning (yig‘uvchini desorbentlari hisoblanmaydigan  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlargacha) oksidlanishi ham pasayadi.

Bo‘tana qizdirilganda uning suyuq fazasida gazlarning eruvchanligi kamayadi. Shuning uchun ular mikropufakchalar ko‘rinishida ajraladi va birinchi navbatda, eng gidrofobli mineral bo‘lganligi uchun molibdenitga yopishadi, bu uning eng mayda zarralarini ham flotatsiyalanuvchanligini yaxshilaydi. Eritmadan ajraladigan gazlar miqdorini oshirish uchun bo‘tanaga natriy bikarbonati  $\text{NaHCO}_3$  (150–200 g/t ga yaqin) qo‘shiladi, bu yuqori haroratda karbonat angidrid gazi ajralishi bilan parchalanadi.

«Bug‘li» flotatsiyadan foydalanish natriy sulfidining sarfini 5-6 martaga kamaytirish va selektiv flotatsiyalashning texnologik ko‘rsatkichlarini ancha oshirish imkonini berdi. Ushbu usul boyitish fabrikalarida kollektiv mis-molibdenli boyitmalarni ajratishda keng qo‘llaniladi. Balxash boyitish fabrikasida 18 % Cu va 0,1–0,15 % Mo miqdorli kollektiv boyitmadan molibdenning ajralishi 60 % ga yaqin konditsiyali molibden boyitmasi olinadi.

Mis-molibdenli boyitmalarni ajratishda reagentlar sarfi quyidagini tashkil etadi, g/t kollektiv boyitma uchun: 150 kalsinatsiyalangan soda (asosiy va nazorat flotatsiyalariga); 312 kerosin; 2700–3000 natriy sulfidi (asosiy, nazorat va I hamda III qayta tozalash flotatsiyalariga); 250 suyuq shisha (asosiy, I hamda III qayta tozalash flotatsiyasiga).

*Quyuuq bo‘tanada (55–65 % qattiqlikda) oxakli muhitda kollektiv boyitmani oksidlovchi bug‘lashdan (40–60 daq. davomida) so‘ng mis sulfidlari va piritni tazyiqlab, molibdenitni flotatsiyalash.* Bug‘lashni jadallashtirish uchun jarayonga ba‘zan qo‘shimcha havo beriladi. Oxakli muhitda bug‘lash mis sulfidlari va pirit yuzasidan yig‘uvchining plyonkalarini yemirishga va olib tashlashga hamda ushbu sulfidlar yuzasini oksidlanishiga yordam beradi.

Olmalik boyitish fabrikasida bug‘lash erkin CaO ( $800-1\ 000\ \text{g/m}^3$ ) qo‘shilgan holda  $70-80\ ^\circ\text{C}$  haroratda kontakt chanlarida “kuchli” bug‘ bilan amalga oshirilgan. Bug‘lashdan so‘ng bo‘tana toza suv bilan  $20-27\ %$  qattiqlikkacha suyultirish uchun alohida changa tushdi. Shunda erkin CaO miqdori  $200-300\ \text{g/m}^3$  gacha kamayadi.

Molibdenit neytral moylar (kerosin yoki urchuq (vereten) moyi va b.) bilan flotatsiyalanadi, ular bug‘lashdan oldin asosiy flotatsiyaga va I hamda V qayta tozalash jarayonlariga beriladi. Natriy sulfidi ham ( $3-5\ \text{kg/t}$  boyitma uchun) flotatsiyaning turli jarayonlariga beriladi. Flotatsiya jarayoniga xuddi shunday miqdorda suyuq shisha qo‘shiladi. Mis sulfidlari va piritni qo‘shimcha tazyiqlash uchun ba’zida sianidlar qo‘shiladi.

Agar kollektiv boyitmada molibdenning miqdori  $0,1\ %$  atrofida bo‘lsa, selektiv flotatsiyalashdan so‘ng u tayyor molibden boyitmasida  $40\ %$  dan past bo‘lmaydi.

*Kollektiv boyitmaning past haroratli oksidlovchi kuydirishidan ( $260-330\ ^\circ\text{C}$  da) so‘ng mis sulfidlari va piritni tazyiqlab, molibdenitni flotatsiyalash.* Kuydirish jarayonida mis va temir sulfidlari yuzasi oksidlanadi, yuzaning o‘zi oksidlanmasdan barcha sulfidlarda yig‘uvchilar plyonkasi (shu jumladan, molibdenit yuzasidagi apolyar reagent plyonkasi ham) yemiriladi. Kuydirishdan so‘ng boyitmani repulpsiyalanadi va molibdenitni neytral moylar yordamida flotatsiyalanadi.

*Mis va temir sulfidlarini natriy gidrosulfidi NaHS, ammoniy sulfidi  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  yoki mustaqil holda qo‘llaniladigan ammoniy gidrosulfidi  $\text{NH}_4\text{HS}$  yoki bug‘lamasdan  $\text{Na}_2\text{S}$  bilan NaHS ni NaHS va  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  bilan birgalikda qo‘llagan holda tazyiqlash va molibdenitni flotatsiyalash.* Masalan, «Brenda» (Kanada) fabrikasida mis-molibdenli boyitma natriy gidrosulfidi yordamida ( $10\ \text{kg/t}$  kollektiv boyitma uchun), «Gibraltar» (Kanada) fabrikasida esa – ammoniy sulfidi ( $4\ \text{kg/t}$ ) va natriy gidrosulfidi ( $8\ \text{kg/t}$ ) yordamida ajratiladi. Natriy gidrosulfidi «Mishi» va «Aylend» (Kanada) fabrikalarida ham qo‘llaniladi.

«Nouks» reagenti bilan mis va temir sulfidlarini tazyiqlash va molibdenitni flotatsiyalash. Kollektiv boyitmani ajratish pH  $8,0-10,5$  da va  $5-8\ \text{kg/t}$  kollektiv boyitma uchun «Nouks» reagentini sarflashda amalga oshiriladi. Ushbu reagentni natriy sulfidi bilan birgalikda qo‘llash mumkin. «Nouks» reagentini qo‘llash bilan mis-molibdenli boyitmani ajratish «Pima», «El-Salvador», «PintoVelli» (AQSh) va boshqa fabrikalarda amalga oshiriladi.

*«Animol D» reagenti bilan mis va temir sulfidlarini tazyiqlash.* Reagent sarfi  $6-8\ \text{kg/t}$  kollektiv boyitmani tashkil etadi. Bu

«Chukikamata» (Chili) fabrikasida qoʻllaniladi. «Animol D» reagenti natriy sianidi bilan birgalikda «Lorneks» (Kanada) fabrikasida mis-molibdenli boyitmani ajratishda qoʻllaniladi.

*Rux sulfati bilan birgalikda kuchsiz ishqorli muhitda ferrisianidlar (1,0–1,5 kg/t) bilan yoki natriy sianidi (0,5 kg/t ga yaqin) bilan mis va temir sulfidlarini tazyiqlash va molibdenitni flotatsiyalash.* Bu usul «Morensi» (AQSh), «Gaspé» (Kanada) fabrikalarida qoʻllaniladi.

*Oksidlovchilar – vodorod peroksidi (0,5–1,0 kg/t), natriy gipoxloridi (2 kg/t ga yaqin) yordamida mis va temir sulfidlarini tazyiqlash va molibdenitni flotatsiyalash.* Bu oksidlovchilar «San-Manuel» (AQSh) fabrikasida qoʻllaniladi.

*Organik kolloidlar (kraxmal, dekstrin) bilan molibdenitni tazyiqlash va mis sulfidlarini flotatsiyalash.* Ushbu usul «Magna», «Artur» va «Silver-Bell» (AQSh) fabrikalarida qoʻllaniladi. Kollektiv boyitma mis sulfidlarini flotatsiyalashdan oldin slivga apolyar reagentlarni chiqarib yuborish uchun quyultiriladi, chunki ortiqchasi va ularning molibdenit yuzasida soʻrilgan boʻlishi uni kraxmal yoki dekstrin bilan tazyiqlanishini qiyinlashtiradi. Soʻngra kollektiv boyitma toza suv bilan 20 % qattiqlikkacha suyultiriladi; boʻtanaga 600–900 g/t kraxmal yoki dekstrin (10 % eritma koʻrinishida) qoʻshiladi va piritni tazyiqlash uchun oxakli muhitda mis boyitmaga (pH 11,5–12,0) flotatsiyalanadi. Mis boyitmasi oxak va dekstrin (yoki kraxmal) qoʻshish bilan qayta tozalanadi. Mis flotatsiyasi chiqindilari suvsizlantiriladi va dekstrin plyonkasi yemirilishi uchun 300 °C da kuydiriladi, undan soʻng molibdenit apolyar moy va koʻpik hosil qiluvchilar bilan flotatsiyalanadi. Molibden boyitmasini mis sulfidlaridan tozalash uchun qayta tozalash jarayonlariga sianidlar (500–700 g/t boyitma uchun) beriladi.

Moddaviy tarkibi boʻyicha juda murakkab boʻlgan mis-molibdenli boyitmalarni ajratish uchun 2-3 ta va undan ortiq yuqorida sanab oʻtilgan usullar birikmasi qoʻllaniladi.

Yuqori sifatli molibden boyitmalarni olish uchun qayta tozalash jarayonlarining soni ruda turiga bogʻliq holda 5 dan 14 gacha oʻzgarib turadi. Qayta tozalashlar oxirigacha yanchish, termik ishlov berish va shu kabi boshqa texnologik jarayonlar bilan birga qoʻshib olib boriladi. Agar dastlabki ruda flotatsiyasi zich boʻtanada (qattiqlikning 40–45 % gacha miqdorida) olib borilsa, unda qayta tozalash flotatsiyasi – zichligi uzluksiz kamayadigan suyultirilgan boʻtanada olib boriladi; oxirgi qayta tozalashlarda qattiqlik miqdori 3–5 % ga yetishi mumkin. Qayta tozalash jarayonlarining koʻp sonida jarayonda mahsulotlarning ancha qismi

aylanadi, bunda molibdenning bir qismi yo‘qoladi. Oxirgi molibden boyitmasida molibdenning ajralishi 45 dan 86 % gachani tashkil etadi.

Agar mahsulotlar aylanishi yuqori sifatli molibden boyitmasi olishni qiyinlashtirsa, unda gidrometallurgik qayta ishlashga yuboriladigan past sifatli oraliq mahsuloti ko‘rinishida molibdenning bir qismini chiqarib olinadigan flotatsiyaning ochiq sxemalari qo‘llaniladi. Ko‘pincha oraliq mahsuloti xomaki molibden boyitmasini birinchi qayta tozalashdan so‘ng yoki nazorat flotatsiyasi boyitmasini qayta tozalashdan so‘ng chiqariladi.

Molibden va zararli qo‘shimchalar miqdori bo‘yicha konditsiyali molibden boyitmasini olish mumkin bo‘lmaganda boyitmani maromiga yetkazish sikliga past haroratli kuydirish va tanlab eritmaga o‘tkazish kabi jarayonlar kiritiladi. Ba‘zan («Magna» va «Artur» fabrikalari, AQSh) kuydirishdan so‘ng avval jinslar minerallarini, so‘ngra molibdenitni flotatsiyalash amalga oshiriladi.

Kuydirish – molibden boyitmalarining kuydirishda yonib ketadigan amorfli ko‘mir (shungit) bilan yoki oddiy ko‘mir bilan ifloslanganda uning sifatini oshirishning samarali usulidir. Kuydirishni juda yuqori haroratda ham amalga oshirish mumkin. Bu holatda molibdenit molibden uch oksidiga o‘tadi va uning boyitmadagi miqdori ortadi; molibden boyitmasida mavjud bo‘lgan mis minerallari oksidlanadi, so‘ngra esa sulfat kislota bilan yoki natriy sianidi bilan tanlab eritmaga o‘tkaziladi.

«Chukikamata» (Chili) fabrikasida natriy sianidining 900 g/t sarfida molibden boyitmasidan misni sianli tanlab eritmaga o‘tkazish olib boriladi. Oxirgi vaqtda molibden boyitmalarini xlorli va ammiakli tanlab eritmaga o‘tkazish qo‘llanilmoqda. «Brenda» (Kanada) fabrikasida qo‘llaniladigan qizdirish bilan xlorli tanlab eritmaga o‘tkazishda molibden boyitmasida mis va qo‘rg‘oshinning miqdori, mos ravishda 0,07 va 0,05 % ga kamayadi.

## 24- jadval

### Molibden boyitmalariga qo‘yiladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %					
	Molibden, kam emas	Qo‘shimchalar ko‘p emas				
		Fosfor	Mishyak	Mis	Krem-nezyom	Qalay
KMF-1	51	0.03	0.04	0.4	5	0.03
KMF-2	48	0.04	0.06	0.8	7	0.05
KMF-3	47	0.05	0.07	1.5	9	0.07
KMF-4	45	0.05	0.07	2.5	12	0.07

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Molibdenli rudalarning qaysi turi qiyin boyitiladigan turga kiradi?
2. Sulfidli molibdenli rudalarni yanchish va flotatsiyalash sxemalarining ko‘p bosqichliligi nimaga bog‘liq?
3. Asosiy flotatsiyaning va oxirgi qayta tozalash jarayonlaridagi zarralar yirikligini aytib bering.
4. Asosiy flotatsiya boyitmasini konditsiyaga yetkazish uchun nechta qayta tozalash talab qilinadi?
5. Molibdenitni flotatsiyalash qanday muhitda amalga oshiriladi?
6. Sulfidli molibdenli rudalarni flotatsiyalashda qaysi reagentlardan foydalaniladi? Ularning qancha sarflanishini ayting.
7. Nima uchun molibden boyitmasini qayta tozalashning soni ko‘p?
8. Sulfidli molibdenli rudalarni qayta ishlovchi fabrikalarga misol keltiring, ularning o‘ziga xos xususiyatlarini ayting.
9. Mis-molibdenli rudalar qaysi sxema bo‘yicha boyitiladi?
10. Mis-molibdenli boyitmalarni ajratishning ikkita usulini aytib bering.
11. Kollektiv mis-molibdenli boyitmalarni ajratish usullarini sanab bering.
12. Flotatsiyaning ochiq sxemalari qachon qo‘llaniladi?
13. Mis-molibdenli rudalarni qayta ishlash sxemalaridagi quyultirishning barcha jarayonlari vazifalarini tushuntiring.
14. Mis-molibdenli rudalarni boyitish sxemalarini chizing va reagent tartiblarni tushuntiring.
15. Kollektiv mis-molibdenli boyitmalarni bug‘lash nima maqsadda amalga oshiriladi? Bug‘lash sharoitlari haqida so‘zlab bering.
16. “Bug‘li” flotatsiyaning vazifasini tushuntiring.
17. Kanada fabrikalarida qo‘llaniladigan bug‘lamasdan mis va temir sulfidlarini tazyiqlashning reagentli tartibini tushuntiring.

### **3.23. Ruxli rudalarini flotatsiya usulida boyitish**

Rux – D.I.Mendeleev davriy jadvalining II guruhiga kiruvchi kimyoviy element bo‘lib, uning atom nomeri 30, nisbiy atom massasi 65,3 ga teng. Geksogonal kristall panjaraga ega. Ruxning zichligi  $7,1 \text{ g/sm}^3$ .

Ruxning o'rtacha tarkibi yer yuzasida  $8,3 \cdot 10^{-3}$  %. Cu-Zn qotishmasi hisoblangan latun qadimdan insoniyatga ma'lum. Metall holdagi rux birinchi marta 1746 yili Angliyada olingan.

Rux faol metall va yaxshi tiklovchi, uning oksidlab-tiklovchi potentsiali 0,76 V. erish harorati 419,5 °C, qaynash harorati 906 °C. Ruxning qattiqligi Moos shkalasida 2,5-2,9 ga teng.

Tabiatda rux faqat turli xil minerallarda birikma holda uchraydi va erkin holda uchramaydi. Rux 100-150 °C haroratda egiluvchan va cho'ziluvchan xususiyatga ega bo'ladi, 200 °C dan yuqori haroratda esa mo'rtlashadi va diamagnitli xususiyatga o'tadi. Ruxning qo'rg'oshin yoki mishyak bilan ifloslanishi uning mo'rtlashishga olib keladi.

Ruxning juda ko'p qotishmalari aniqlangan: Al, Cu, Sn, Mg, Ca, Ni, Pb, Cd, Fe, Ag, Hg, Au, Pt, W va boshqa metallar bilan.

Havoda 100 °C haroratda karbonatli qobiq bilan qoplanadi va rangsizlashadi.

Nam havoda uglerodli gazlar ishtirokida rux asosiy karbonatlar hosil qilib, odatdagi haroratda ham parchalanadi. Kuchli kislotali minerallari ruxni tuzlar hosil qilgan holda yaxshi eritadi.

Rux III analitik guruhga kirib, kationlari qiyin eriydigan sulfidlar hosil qiladi. Rux sulfidi boshqa III guruh elementlariga nisbatan (Al, Fe, Co, Ni) aytarli darajada qiyin eriydi.

Jahon miqyosida olinayotgan ruxni qariyb 40% ruxlantirishga, ya'ni ruxni yupqa qatlam qilib (10 – 50 mkm) temir va uning qotishmalari yuzasiga atmosfera korroziyasini oldini olish maqsadida qoplashga sarflanadi.

O'zining yaxshi quyma olish va past haroratda erish xususiyatlaridan kelib chiqib, rux turli xil, asosan alyuminiy, mis, magniy bilan qotishmalar tayyorlashda keng ishlatiladi. Bu qotishmalar o'ta baland bo'lmagan erish harorati, yaxshi oquvchanligi, bosim ostida oson ishlov beriluvchanligi, payvandlanuvchanligi bilan ajralib turadi. Rux qo'rg'oshinni nodir metallardan tozalashda ishlatiladi, kimyo-metallurgiya jarayonlarida tiklovchi sifatida qo'llaniladi. Uning birikmalari juda muhim yarimo'tkazgichli material va lyuminofora hisoblanadi. Metallari rux kumushni qo'rg'oshinli kumushdan ajratib olishda va galvanik elementlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Eng ko'p ishlab chiqaruvchi mamlakatlarga Kanada, AQSH, Avstraliya, Peru, Yaponiya va Meksika kiradi.



Tabiatda tarkibida rux bo'lgan 66 ta minerallar aniqlangan, biroq uning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan minerallari bu – sulfidli rudalarda sfalerit, oksidli rudalarda esa smitsonit va kalamindir.

## 25-jadval

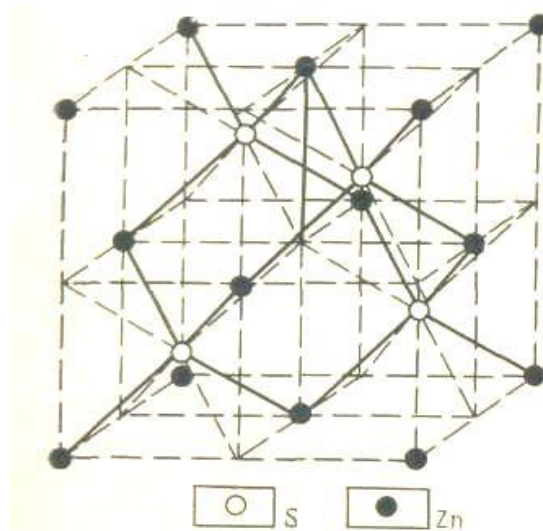
### Rux minerallarining qisqacha tasnifi

Minerali	Formulasi	Ruxning miqdori, %	Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Qattiqligi
Sfalerit	ZnS	67,1	3,5 – 4,2	3 – 4
Smitsonit	ZnCO <sub>3</sub>	59,5	3,5 – 3,8	2,5
Kalamin	2ZnO·SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	53	3,4 – 3,5	4 – 5
TSinkit	ZnO	80,3	5,7	4
Villemit	2ZnO·SiO <sub>2</sub>	59,1	4,1	5 – 6
Franklinit	(Zn,Mn) O·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5 – 5,2	6

**Sfalerit, ZnS** – ruxning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan asosiy minerali. U odatda gidrotermal konlarning barcha turlarida uchraydi. Izomorfli zararli qo'shimchalar ko'rinishida temir (26%), marganes, kadmiy, galliy, germaniy, indiy, kobolt va simob uchraydi. Temir bilan boy bo'lgan sfaleritning turi – martit, tarkibidagi temir miqdoriga qarab qo'ng'ir, jigarrang yoki hatto qora rangi bilan ajralib turadi.

Oddiy sulfidlar orasida eng yomon elekt o'tkazgich sfalerit hisoblanadi.

Sfaleritning strukturasi (55-rasm) oltingugurt atomidan tashkil topgan zich kub qadoq bo'lib, tetraedrik bo'shliqlarda rux atomlari joylashgan. Sfaleritning yaltirashi olmosdek.



**55-rasm.** Sfaleritning kristall panjarasi.

Toza sfaleritning solishtirma qarshiligi  $10^{12}$  Om·m. Ayrim sfaleritning elektrot o'tkazishi tarkibidagi keraksiz qo'shimchalar bilan tushiniladi, ayniqsa, temir, ion radiusi ruxniki bilan o'zaro yaqin bo'lib, uni izomorf kristall panjaralarda almashtiradi.

**Smitsonit  $ZnCO_3$**  – birlamchi sulfidli rux rudalari konlarining oksidlangan zonasi minerali. U tabiiy karbonatlar guruhiga kiradi: tarkibida temir, marganes, kadmiy, kobalt, magniy, qo'rg'oshin kabi keraksiz qo'shimchalar uchraydi. Oq rangdan sarg'ish ranggacha, gohon qo'ng'ir rangda bo'ladi.

**Kalamin** yoki **gemimorfit, galmey,  $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$**  suvli rux silikatlariga kiradi. Rux-qo'rg'oshin konlarida oksidlanish zonalarida hosil bo'ladi. Rangi oqdan to yashimtir va ko'kimtirgacha bo'ladi (mis qo'shimchalari bilan). Mis-rux rudalarining zahiralari ko'proq MDH davlatlarida, Kanada, Finlyandiya, Norvegiya va Yaponiyada uchraydi.

Sfaleritning flotatsiyalanish xususiyati to'liq o'rganilgan. Uning flotatsiyalanuvchanligi juda ko'p izlanishlar (kristall panjaralar tarkibiga kirgan keraksiz izomorf qo'shimchalardan tortib, to tarkibiy qismigacha) natijasida o'rnatilgan. Ular sfaleritni yig'uvchilar, faollashtiruvchilar va tazyiqlovchilar bilan aloqasiga ta'sir ko'rsatadi.

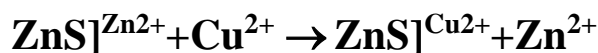
Sfaleritning flotatsiyalanishiga ikki valentli temir juda katta ta'sir ko'rsatadi. Biroq sfaleritning flotatsiyalanishi va uning tarkibidagi temirning miqdori orasida bog'liqlik kuzatilmaydi. Sfaleritning flotatsiyalanish xususiyati nafaqat keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning miqdoriga, balki, uning qanday shaklda (izomorfli keraksiz qo'shimchalar yoki pirrotining emulsion donadorligiga) uchrashiga ham bog'liq. Keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning shakli izomorfli shaklida bo'lganda sfaleritning flotatsiyalanuvchanligi temirning kamayishi bilan oshib boradi. Agar temir pirrotin ko'rinishida bo'lsa, bunday bog'liqlik kuzatilmaydi.

Tarkibida temirning miqdori kam bo'lgan sfalerit yaxshi flotatsiyalanadi. Sfaleritning kristall panjaralardagi temir miqdorining oshib borishi faollashtirilmagan sfaleritning flotatsiyalanish qobiliyatini pasaytiradi, chunki, ksantogenatning biriktirish qobiliyatini pasaytiradi. Faollashtirilmagan sfaleritning yangi ochilgan yuzasi yetarli darajada tabiiy flotatsiyalanuvchanlik kasb etib, nordan muhitda ham birgina ko'pik hosil qiluvchi yordamida yaxshi flotatsiyalanadi.

Uglevodorod qo'shimchalari, masalan, kerosin, shunaqa sfaleritning flotatsiyalanishini oshiradi. Sfaleritning yuzasini oksidlanishi boshqa sulfidlarga qaraganda uning flotatsiyalanishini pasayishiga olib keladi, bu

esa yuzalar gidratatsiyasini oshiruvchi  $\text{SO}_4^{2-}$  va  $\text{Zn}^{2+}$  ionlarini hosil bo'lishini ta'kidlaydi. Rux sulfidlarining oksidlanish mahsusotlariga pH 5-5,2 bo'lganda rux karbonati  $\text{ZnCO}_3$ , pH ko'rsatkichi yuqori bo'lganda  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  lar kiradi. Neytral, kuchsiz nordon va kuchsiz ishqorli muhitda sfaleritning oksidlanishining ikkala mahsulot ham tarkibida bo'ladi. Agar sfalerit tarkibida temir bo'lsa, unda oksidlanish reaksiyasi mahsulotida  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  va  $\text{FeCO}_3$  uchraydi.

Oliy ksantogenatlar faollantirilmagan sfaleritlarni yaxshi flotatsiyalay oladi. Biroq, odatda sfaleritning flotatsiyalanuvchanligini oshirish uchun yiguvchilar bilan birikishidan oldin uni faollashtirish zarur. Sfaleritning eng yaxshi faollantiruvchilari bu og'ir metallarning tuzlari, ular ksantogenatlar bilan ruxga nisbatan murakkab eriydigan birikmalar hosil qiladi. Qariyb, barcha sfaleritni qayta ishlash va boyitish fabrikalarida sfaleritni faollashtirish uchun mis kuporosi qo'llaniladi. Faollanish sfaleritning kristall panjarasidagi rux kationlarini mis kationi bilan o'rin almashinuvi evaziga sodir bo'ladi va quyidagi reaksiyada boradi:



$\text{CuS}$  monoqatlami hosil bo'lishi bilan almashinuv to'xtaydi. Misning maksimal adsorbsiyalanishi pH 6 bo'lganda kuzatiladi. Tarkibida kam miqdorda temir bo'lgan sfaleritni flotatsiyalash uchun uning yuzasida 22-25% ga yaqin  $\text{CuS}$  monoqatlam so'rilishi yetarli hisoblanadi. Tarkibida ko'p miqdorda temir bo'lgan sfalerit uchun o'ta mustahkam sorbsiyali qatlam zarur. Mis ionlari bilan sfaleritning boshlangich faollashtirish yig'uvchi reagentning so'rilishini yaxshilaydi va uning birlashish mustahkamligi ancha oshiradi.

Faollantirilgan sfalerit sianidlar bilan tazyiqlanadi. Bu faollashtiruvchi mis ionlarini sfalerit yuzasidan yo'qotish orqali amalga oshiriladi.

Amaliyotda selektiv flotatsiyalashda sfaleritni tazyiqlash uchun sianid va rux kuporosini birgalikda qo'llash juda keng tarqalgan, ularning ta'siri sfaleritda hosil bo'lgan ksantogenatlarning erishi bilan bog'liq. Sfaleritni tazyiqlashda sianid va rux kuporosi aralashmasining nisbati 1:2 dan 1:10 gacha oraliqda bo'lib, pH 7,5-9 muhitda sianidning sarfi 1 t rudaga 25-150 g ni tashkil etadi.

Bulardan tashqari flotatsiya amaliyotida sfaleritni taniqli tazyiqlovchilariga sulfidli gazlar, sulfid kislotasi, natriy sulfidi va bisulfiti, shuningdek natriy sulfidi va rux kuporosi qo'shilmalari kiradi.

Oksidlangan rux minerallari, ayniqsa smitsonit va kalamini juda yomon sulfadlanadi. Bundan tashqari, bu minerallar rangli metallar rudalarida oksidlanish zonalarida uchraydi. U yerda faqat oddiy temirdan iborat minerallar (limonit) emas, balki eriydigan tuzlar ham bo‘lib, ular oksidli minerallarni flotatsiyalanish xususiyatini tenglashtiradi va ularning selektiv flotatsiyalanishini birqancha murakkablashtiradi.

Oksidlangan rux minerallarining sulfidlash jarayoni natriy sulfidi bilan amalga oshirilib, u kichik pH muhitda va 50–60 °C haroratda faollashtiruvchi reagent (mis kuporosi) ishtirokida bir qancha yaxshilanadi. Bunday sharoitda smitsonit va kalaminni sulfidlantirilgandan keyin ksantagenatlar bilan flotatsiyalanishi mumkin.

Smitsonit va kalaminni flotatsiyalanishining eng yuqori natija berishi kation yig‘uvchilarini (birinchi navbatda to‘g‘ri zanjirli alifatik aminlarni) qo‘llanilishi orqali ta‘minlanadi. Bu yig‘uvchilarning adsorbtsiyalanishi minerallarni mis kuporosi yoki natriy sulfidi bilan ishlov berilgandan keyin yaxshilanadi. Bu Italiya fabrikalari amaliyotida ma‘lum bo‘ldi.

Mis-rux rudalari selektiv flotatsiya o‘tkazish nuqtayi nazaridan qaralganda murakkab hisoblanadi. Yuqorida ta‘kidlanganidek, bu ularning murakkab moddiy tarkibi bilan, qimmatbaho minerallarning donadorlik xarakteristikasiga hamda mis va rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlarining bir biriga yaqinligi bilan izohlanadi. Mis-rux rudalari tug‘ri selektiv yoki kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalarida boyitiladi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Moddiy tarkibiga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
2. Fizik xususiyatlariga ko‘ra rudalar qanday turlarga bo‘linadi?
3. Boyitishning xalq xo‘jaligidagi roli nimadan iborat?
4. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?
5. Ruda konlari necha turga bo‘linadi?

### **3.24. Volframli rudalarni flotatsiya usulida boyitish**

Volfram qiyin eruvchan metall bo‘lib, erish harorati 3380 °C, qaynash harorati 5900–6000 °C, zichligi esa 19,3 g/sm<sup>3</sup>. Volfram – D.I. Mendeleev davriy jadvalining VI guruhiga kiruvchi kimyoviy element bo‘lib, atom nomeri 74, nisbiy atom massasi 183,84. Havoda barqaror, sovuqda sulfat, azot, va xlorit kislotalarning har qanday konsentratsiyasiga

bardoshli. Volfram 400 – 500 °C haroratda oksidlanib boshlaydi va juda yuqori haroratda WO<sub>3</sub> gacha jadallik bilan oksidlanadi.

Qattiq uglerod va uglevodorod tarkibli gazlar (CO, CH<sub>4</sub> va b.) 800 – 1000 °C haroratda volfram bilan yuqori qattiqlik, ishqalanishga bardoshli va qiyin eruvchan (WC ning parchalanishi harorati 2600 °C atrofida) xususiyatlarga ega bo‘lgan karbidlar W<sub>2</sub>C va WC hosil qiladi.

Sovuqda volframga ishqor eritmasi ta‘sir qilmaydi, eritilgan ishqor havoli muhitda uni oksidlab, volframatlar hosil qiladi.

Volfram ikkita mustahkam – WO<sub>3</sub> va WO<sub>2</sub> hamda ular o‘rtasida birqancha oksidlar hosil qiladi. Volframli angidrid WO<sub>3</sub> – limonsimon-sariq rangli kristalli kukun, zichligi 7,3 g/sm<sup>3</sup>, erish harorati 1470 °C; WO<sub>2</sub> – to‘q-jigarrang kukun, zichligi 10,9 – 11,1 g/sm<sup>3</sup>, 1270 °C haroratda eriydi.

Volfram (sariq) kislotasi H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> 180 °C dan yuqori haroratda suvini yo‘qotadi va volfram angidridiga aylanadi. Volfram kislotasi o‘yuvchi natriy, soda, ammiak aralashmalarida eriydi va normal volfram tuzi Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>, hamda boshqa tuzlar hosil qiladi. Ular WO<sub>4</sub><sup>2-</sup> anioni hosil qilib, pH >7,5 muhitli ishqor aralashmasiga bardoshlidir.

Natriy volframati Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> – volfram kislotasining zarur texnik tuzidir. Suvsiz natriy volframati Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> ning erish harorati 200 °C, zichligi esa 4,18 g/sm<sup>3</sup> ga teng. Suvda +5 °C haroratgacha 35 – 41% eriydi va Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O hosil qiladi, 100 °C haroratda esa 42,9% eriydi va Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O hosil qiladi.

Kaltsiy volframati CaWO<sub>4</sub> – oq rangli mayda kristalli kukun bo‘lib, uning zichligi 5,98 g/sm<sup>3</sup>, eruvchanligi 15 °C haroratda 6,2 mg/l, 50 °C haroratda 3,2 mg/l, 100 °C haroratda esa 1,2 mg/l; uni kaltsiy xlor yoki oxak yordamida ishqoriy metallar volframatlari eritmalaridan cho‘ktirish orqali yoki qattiq holatdagi CaO ni 600 – 800 °C haroratda WO<sub>3</sub> bilan ta‘sirlantirish orqali olinadi.

Volframning anchagina qismi maxsus po‘latlarni tayyorlashda ishlatiladi. Tezkesar po‘latlar tarkibiga quyidagilar kiradi: 8–20 % W, 2–7 % Cr, 2,5 % gacha V, 1–5 % Co, 1 % gacha C. Bu po‘latlar 650 °C haroratgacha qattiqligini va yemirilishga chidamliligini yo‘qotmaydi.

Tarkibida 3–15% volfram, 45–65% kobalt va 25–30% xrom bo‘lgan qotishmalar issiqlikka bardoshli va yemirilishga chidamli qotishmalar hisoblanadi. Bu qotishmalardan tez yemiriladigan mashina detallari (avtomobillar dvigateli klapanlari, turbinalari va b.) yuzasiga qoplama sifatida foydalaniladi.

Volframning molibden, tantal va niobiy bilan qotishmalari oxirgi vaqtlarda raketa va aviasozlik texnikasida issiqlikka bardoshli material sifatida qoʻllanilmoqda.

Volframning nikel va mis bilan qotishmalari nur bilan davolashda  $\gamma$  –nurlardan himoyalash, radioaktiv mahsulotlarni saqlash uchun konteynerlar yasashda qoʻllaniladi.

Sof holdagi volfram (tola, lenta va h.k.) elektr lampalari yasashda, radiotexnikada va rentgentexnikasida ishlatiladi. Volframdan yasalgan simlar yuqori haroratli pechlarda elektr qizdiruvchi sifatida xizmat qiladi.

Eng yuqori sifatga ega boʻlgan qattiq asbobsozlik qotishmalari volfram karbidi (85 – 95% WC va 5 – 15% Co) asosidagi qattiq qotishmalardan yasaladi. Bu qotishmalar kukunli metallurgiya usulida hosil qilinadi. Ular 1100 °C haroratgacha yuqori qattiqligini va yemirilishga chidamliligini yoʻqotmaydi. Bu esa kesish tezligini oshiradi (bir daqiqada 250 m va undan koʻp).

Volframning bir qator kimyoviy birikmalari toʻqimachilik sanoatida gazlamalarni ogʻirlashtirish uchun, olovga va suvga bardoshli gazlamalar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Volfram – yer qobigʻida kam tarqalgan elementdir. Uning klark massasi  $1 \cdot 10^{-4}$  %. Hozirgi kunda volframning 22 ta minerali maʼlum boʻlib, ulardan toʻrttasi sanoat ahamiyatiga ega (26-jadval). Bu minerallardan tashqari skarnli molibden-volframli kon rudalarida uchraydigan molibdosheelit  $\text{CaW}(\text{Mo})\text{O}_4$  minerali sanoat ahamiyatiga ega. U sheelit koʻrinishiga ega boʻlib, (6–16%) molibden qoʻshimchasiga ega.

## 26-jadval

### Sanoat ahamiyatiga ega boʻlgan volfram minerallari

Mineral	Kimyoviy formulasi	$\text{WO}_3$ ning miqdori, %	Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Qattiqligi
Volframit	(Fe, Mn) $\text{WO}_4$	76,5	6,7 – 7,5	4,5 – 5,5
Gyubnerit	$\text{MnWO}_4$	76,6	7,1	5
Ferberit	$\text{FeWO}_4$	76,3	7,5	5
Sheelit	$\text{CaWO}_4$	80,6	5,8 – 6,2	4,5 - 5

Volframit kuchsiz magnitga tortilish xossasiga ega boʻlib, uning rangi qora, jigarrang yoki qoʻngʻir-jigarrang. Volframit temir va marganes volframatlarining tinimsiz hosil boʻluvchi qattiq aralashmasi boʻlib, temir va marganets atomlari mineralning kristal panjarasida bir-birini oʻrnini egallashi mumkin. Volframit kassiterit, molibdenit, pirit, arsenopirit va

boshqa sulfidlar bilan birga uchraydi. Unda qo‘shimcha ko‘rinishida MgO, ayrim vaqtlarda CaO, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub> va boshqalar uchraydi.

**Ferberitning** 80% dan ko‘prog‘ini FeWO<sub>4</sub>, 20% dan kamrog‘ini MnWO<sub>4</sub> tashkil qiladi.

**Gyubneritning** 80% dan ko‘prog‘ini MnWO<sub>4</sub>, 20% dan kamrog‘ini FeWO<sub>4</sub> tashkil qiladi.

Bu minerallar volframit singari kuchsiz magnitga tortilish xususiyatiga ega.

**Sheelit** kalsiyning deyarli toza volframati hisoblanadi. Oq, sariq, kulrang va qo‘ng‘ir rangga ega bo‘lib, ko‘p hollarda povellit CaMoO<sub>4</sub> ning izamorf qo‘shimchasi ko‘rinishida uchraydi. Molibdenning miqdori 19 % atrofida va undan ko‘p bo‘lganda sheelit povellit singari sariq tus oladi. Sheelit silikatlar (granatlar, piroksen), kvarts, molibdenit va boshqa sulfidlar bilan birga uchraydi.

Sanoat tipidagi volfram rudalari tomirli, shtokverkli, skarnli va sochma konlarga taalluqlidir. Mineral tarkibiga ko‘ra ikki turdagi konlar farqlanadi: volframitli va sheelitli.

**Tomirli ko‘rinishga ega bo‘lgan konlarda** WO<sub>3</sub> ning miqdori baland (0,5 – 2%) bo‘ladi hamda zahirasi va qazib olinishi bo‘yicha katta rol o‘ynaydi.

Bu konlarda volframit, gyubnerit va sheelitning ko‘p qismi uncha qalin bo‘lmagan (joylashish qalinligi 0,3 – 1 m) kvarsli tomirlarda joylashadi. Yo‘ldosh minerallarga quyidagilar kiradi: pirit, xalkopirit, molibden minerallari, qalay, mishyak, vismut va oltin.

**Shtokverkli konlar** kam miqdorda WO<sub>3</sub> ga ega bo‘lib, bu konlarning o‘lchami va zahirasi juda kattadir. Ular kelajakda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin.

**Skarnli konlar** asosan sheelit va molibdenitdan tashkil topadi. Bu turdagi konlar volframni qazib olish va zahirasi bo‘yicha muhim rol o‘ynaydi.

**Kontakt turdagi konlar** granit va oxaktosh jinslarining kontakti bilan bog‘liq bo‘lib, ular uchun sheelit skarnlari xarakterlidir. Ko‘pincha sheelit bilan birgalikda molibden va povellit uchraydi. Bu turdagi konlar MDH davlatlarida, AQSH va Kanadada keng tarqalgan.

Sochma konlar zahirasi jihatdan katta rol o‘ynamasada, lekin volframni qazib olishda katta rol o‘ynaydi. Tomirli konlarni nurashi ta‘sirida volframit va sheelit yig‘ilib, sochma konlar hosil qiladi. Volframitli sochma konlar tarkibida kassiterit uchraydi. Undagi WO<sub>3</sub> ning sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan miqdori (0,03 – 0,1% WO<sub>3</sub>) tomirli

konlarga qaraganda aytarlicha kam. Lekin ularni qayta ishlash ancha oson va iqtisodiy samaralidir. Volframitning eng yirik sochma konlari Xitoyda va Malayziyada joylashgan.

MDH davlatlarida volfram va molibdenning asosiy zahirasi skarnli konlarda joylashgan. Bu konlarning ko'p rudalari kompleks (Tirniauz, Chorux-Dayron, Mayxurin konlarida) bo'lib, uning tarkibida volframdan tashqari molibden, mis, qalay, rux, oltin, vismut uchraydi. Volfram va molibden skarnli konlarda asosan sheelit, molibdenit, povellit va molibdo-sheelit ko'rinishida uchraydi.

Volfram tomirli konlarda volframit (gyubnerit, ferberit), gohon sheelit ko'rinishida uchraydi.

Volfram boyitmalarining sifati boyitilayotgan rudaning xossalriga va boyitmani iste'mol qiluvchi sanoat korxonalarining talablariga bog'liq. Mayin donador zarrachali foydali komponentlarga ega bo'lgan murakkab polimetall rudalardan yuqori navli boyitma olish juda qiyindir.

Mayin donador zarrachali sheelit rudalari odatda flotatsiyalanadi. Ruda tarkibida boshqa kaltsiytarkibli yengil flotatsiyalanuvchi minerallar – kaltsit, flyuorit, apatit, barit, dolomit, talk va boshqalar bo'lganda yuqori navli boyitma olish og'irlashadi. Ruda tarkibida povellit  $\text{CaMoO}_4$  uchraganda esa minerallarni selektiv ajratish qiyinlashadi.

Yuqori navli volfram boyitmasini olishda yirik donador zarrali volfram rudalari, asosan volframitli sochma kon rudalari muhim rol o'ynaydi. Volfram boyitmalarida zararli qo'shimchalar fosfor, oltingugurt, mishyak, qalay, mis va boshqalar hisoblanadi.

Volfram rudalari odatda ikki bosqichda boyitiladi: gravitatsiya usulida birlamchi boyitish va olingan xomaki boyitmani har xil usullar yordamida me'yoriga yetkazish. Bunga sabab, qayta ishlanayotgan ruda tarkibida volframning miqdori kamligi (0,2–0,8%  $\text{WO}_3$ ) va boyitmaning sifatiga qo'yilgan talabning yuqoriligidir (55 – 65%  $\text{WO}_3$ ). Umumiy boyitilish darajasi taxminan 300 – 600 ni tashkil qiladi.

Tomirli va sochma volframit (gyubnerit va ferberit) rudalari odatda bir qator og'ir metallarni o'zida jamlaydi. Shuning uchun birlamchi gravitatsiya usulida boyitishda tarkibida 5 dan 20% gacha  $\text{WO}_3$ , bundan tashqari kassiterit, tantalkolumbit, magnetit, sulfidlar bo'lgan kollektiv boyitma olishga e'tibor qaratish lozim. Xomaki boyitma tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni me'yoriga yetkazishda talablarga javob beradigan monominerali boyitma olishda flotatsiya yoki sulfidlarni ajratishda flotogravitatsiya, magnetitni ajratishda kuchsiz magnit maydonida yoki volframitni ajratishda kuchli magnit maydonida magnit



usulidan foydalaniladi. Bundan tashqari elektr usulida saralash, boyitish stolida boyitish, bo'sh tog' jinslarini flotatsiyalash va boshqa jarayonlar qo'llanilishi mumkin. Maqsad, tayyor boyitma Davlat standarti talablari va texnik talablarni nafaqat asosiy metalning miqdori bo'yicha, balki, zararli qo'shimchalarning miqdori bo'yicha ham qondirishi kerak.

Volfram minerallarining katta zichlikka ( $6 - 7,5 \text{ g/sm}^3$ ) egaligi boyitishda gravitatsiya usullari: cho'ktirish mashinasi, boyitish stoli, shlyuz, vintli saralagich va boshqalardan keng foydalanish mumkinligini bildiradi. Qimmatbaho mineral zarrachalari mayin donador bo'lganda flotatsiya yoki gravitatsiya va flotatsiya jarayonlari birgalikda qo'llanadi. Gravitatsiya usulida boyitishda volframitning shlamlanishini hisobga olinsa, flotatsiya yordamchi jarayon sifatida qo'llanadi.

Sheelit rudalarini boyitishda ham boyitishning gravitatsiya usuli, ko'proq gravitatsiya va flotatsiya jarayonlari birgalikda yoki faqat flotatsiya qo'llanadi.

Sheelit rudalarini saralashda lyuminestsent qurilmalari qo'llanadi. Sheelit ultrabinafsha nurlar bilan nurlanganda och havorang tusda tovlanadi, bu esa sheelit bo'lakchalarini bo'sh tog' jinsidan ajratishga imkon beradi.

Sheelit – yuqori shlamlanuvchanlikka ega bo'lgan, yengil flotatsiyalanuvchi mineraldir. Sheelitning ajralishi gravitatsiya usuliga qaraganda flotatsiya usulida boyitishda aytarli darajada oshadi. Shuning uchun MDH davlatlarida barcha boyitish fabrikalarida sheelitni boyitishda flotatsiya qo'llanilmoqda.

Volfram rudalarini boyitishda minerallarning moddiy tarkibi va alohida minerallarning birikishiga bog'liq bo'lgan bir qator texnologik muommolar kelib chiqadi. Volframit, ferberit va gyubneritni flotatsiyalash jarayonida ulardan temir oksidi va gidrooksidi, turmalin va boshqa minerallarni ajratish muammo tug'diradi.

Tarkibida kalsiy (kalsit, flyuorit, apatit va b.) bo'lgan minerallar rudalaridan sheelitni flotatsiyalash anionli yog' kislotali yig'uvchi reagentlar yordamida amalga oshiriladi. Tarkibida kalsiy bo'lgan minerallardan sheelitni ajratish suyuq shisha, kremniyftorli natriy, soda va b. kabi sozlovchi reagentlar yordamida amalga oshiriladi.

Sheelit boyitmalarida apatit tarkibiga kiruvchi fosforning miqdori foizning yuzdan bir qismidan oshib ketmasligi kerak. Shuning uchun apatit hamda barit sheelit boyitmasidan yo'qotilishi shart.

Flotatsiya jarayonida bo'tanani suyuq shisha bilan bug'lash orqali bir qator kaltsiytarkibli minerallar (flyuorit, kalsit, qisman apatit) samarali

tazyiqlanadi. Bu usulda apatit qiyin tazyiqlangani uchun uni sheelit boyitmasidan konsentratsiyasi 35 – 45 g/l bo‘lgan xlorit kislotasi eritmasida tanlab eritish orqali yo‘qotiladi.

MDH davlatlarida sheelitli va sheelit-molibdenli rudalar Tirniauz, Chorux-Dayron, Quytosh, Ingichka, Djilaus va boshqa boyitish fabrikalarida qayta ishlanadi. Ko‘pchilik boyitish fabrikalarida volframdan tashqari molibden, mis va barit ajratib olinadi.

Sheelit rudalari tarkibidagi molibdenning miqdori ko‘p hollarda sanoat ahamiyatiga ega. Agar molibden molibdenit ko‘rinishida bo‘lsa, sheelitni ajratishdan avval molibdenni kerosin yordamida flotatsiyalanadi. Agar ruda tarkibida molibdenning miqdori juda past bo‘lsa, olein kislotasi va kerosin yordamida kollektiv sheelit-molibdenli boyitma olish samarali hisoblanadi.

Kollektiv boyitmadan molibdenni bo‘tanaga pH 1,5–2 ga qadar xlorit kislotasi qo‘shish yo‘li bilan flotatsiyalash mumkin. Molibdenit olein kislotasi yordamida kalsitning parchalanishidan hosil bo‘lgan CO<sub>2</sub> pufakchalari bilan bo‘tana yuzasiga suzib chiqadi. Sheelit va boshqa minerallar pH 1,5–2 muhitda flotatsiyalanmaydi, chunki ularning yuzasidan yig‘uvchi reagent desorbsiyalangan, hosil bo‘lgan kalsiy oleati parchalangan bo‘ladi, olein kislotasi esa dissotsiyalanmaydi.

**Tirniauz fabrikasida** nafaqat qimmatbaho komponentlarning, balki, yo‘ldosh bo‘sh tog‘ jinslarining moddiy tarkibini murakkabligi bo‘yicha ajralib turuvchi Tirniauz koni volfram-molibden rudalari boyitiladi. Rudali minerallar: – sheelit (foizning o‘ndan bir ulushida), molibdenit (foizning yuzdan bir ulushida), povellit, qisman ferrimolibdit, xalkopirit, vismutin, pirrotin, pirit, arsenopirit. Noruda minerallar: – skarnlar (50 – 70%), chig‘anoqlar (21 – 48%), granit (1 – 12%), marmar (0,4 – 2%), kvarts, flyuorit, kaltsit, apatit (3 – 10%) va boshqalar.

Konning tepa qismida 50 – 60% molibden povellit va ferrimolibdit ko‘rinishida bo‘lib, pastki qismida esa ularning miqdori 10 – 20% gacha kamayadi. Sheeltda izamorf qo‘shimcha sifatida molibden uchraydi.

Fabrikaning maydalash bo‘linmasida ruda – 12 mm gacha maydalanib, bunkerga tashlanadi va ikki spiralli klassifikator bilan yopiq siklda ishlovchi sharli tegirmonda bir bosqichda 60% gacha – 0,074 mm sinfda yanchilar edi.

Yang tayyorlash jarayoni texnologiyasiga ko‘ra ruda – 350 mm gacha maydalanadi, 74 mm sinfda g‘alvirlanib, katta va kichik sinfdagi mahsulotlar alohida alohida o‘ziyanchar tegirmnga yuboriladi.

Yirik maydalangan (- 350 mm) ruda (MMS-7000x2300) o'ziyanchar tegirmonida yanchiladi. Ikkinchi bosqich yanchishda esa ruda MSHR-3600x5000 bir spiralli KSN-3 klassifikatori bilan yopiq siklda ishlovchi yanchilgan mahsulotni markazdan bo'shatuvchi sharli tegirmonida 62% gacha - 0,074 mm sinfda yanchiladi.

Yanchilgan tayyor mahsulot yanchish sexidan flotatsiya sexiga gidrotransport yordamida yetkaziladi. Gidrotransport yo'li bahaybat muhandislik inshooti bo'lib, u bo'tanani 600 m balandlikdan tushirib beradi. U ikkita 630 mm diametrli quvurdan tashkil topib, uzunligi 1750 m ga teng. Har bir quvurda diametri 1620 mm, balandligi 5 m bo'lgan 126 ta tinchlantiruvchi quduq o'rnatilgan.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Volframning qaysi minerallarini bilasiz?
2. Tarkibiga ko'ra volfram rudalari qanday usullarda boyitiladi?
3. Volfram boyitmasiga qo'yilgan talab qanday?
4. Volframning xalq xo'jaligida ishlatilishini tushuntiring.
5. Volfram rudalarini boyitishda qanaqa reagentlar ishlatiladi?

### **3.25. Oltinli rudalarini flotatsiya usulida boyitish**

**Oltinli ruda va qumlar.** Oltinli ruda konlari ikki turga bo'linadi: tub va sochma. Tub konlardan 75% dan ortiq sochma konlardan esa 5% oltin qazib olinadi.

Tub konlar turli o'lchamdagi kvarsli tomir va shtokverklar ko'rinishida uchraydi. Temirli kvarsda oltin yoki ruda ustunlar ko'rinishida boyitilgan maydonlar hosil qilib juda notekis taqsimlangan. Bundan tashqari kvarsli tomirlarda pirit, xalkopirit, galenit, arsenopirit, kumush, vismut va boshqa metallar ishtirok etadi. Tub konlarga shuningdek sulfidli oltinli konlar ham kiradi, ulardan oltin asosiy komponentlar olishda yo'l-yo'lakay ajratiladi. Tub konlardan oltin miqdori har tonna rudada o'nlab grammlarni tashkil etadi.

Oltinli qumlar oltinli tub konlarning yemirilishi natijasida paydo bo'ladi. Qumlardagi oltinning sanoat miqdori tumanning geografik - iqtisodiy sharoiti va konni qazish usuliga qarab 80-200 mg/m<sup>3</sup> va undan ortiqroqni tashkil etadi.

Oltinli qumlarning vertikal kesimi quyidagi tuzilishga ega: o'simlik qatlami (chim, torf), loy cho'kindilari, qum va shag'al ularning yuqori

qismi torf deyiladi, keyin qum shag'alli qatlamlar, ularning pastki qismida oltinning asosiy qismi to'plangan.

Faqat erkin holdagi oltin sanoat ahamiyatiga ega. Bundan tashqari oltinning tellurli birikmalari va metallarning platina guruhi birikmalarini saqlovchi minerallar uchraydi.

Oltinli rudalardan oltinni ajratib olish uchun turli boyitish, gidrometallurgik va pirometallurgik usullar ishlatiladi: qo'lda saralash, gravitatsiya, flotatsiya, amalgamatsiya, sianlash, sorbsiya, eritish va h.k. Ko'pincha bu usullarni bir-biri bilan qo'shib olib boriladi, ya'ni rudani qayta ishlash jamlashgan usullarda olib boriladi. Qayta ishlash sxemalari shuningdek maydalash, yanchish, klassifikatsiya, shlamsizlantirish, suvsizlantirish, kuydirish kabi tayyorlash operatsiyalarini o'z ichiga oladi.

Ko'pchilik zamonaviy oltin ajratish fabrikalarida rudani maydalash ikki yoki uch bosqichda amalga oshiriladi. Rudani yanchish yirikligi 90%-0,074 mm dan 96-98% -0,074 mm gacha keng chegarada o'zgaradi. Rudani yanchish sharli yoki sterjenli tegirmonlarda ikki yoki uch bosqichda amalga oshiriladi. Sharlarsiz (quruq yoki ho'l) yanchish usuli kengroq tarqalmoqda.

Oltinli rudalarni qayta ishlash sxemalarida klassifikatsiya operatsiyasi muhim o'rinni egallaydi. Keyingi yillarda ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida klassifikatsiyalovchi apparat sifatida turli tuzilishga ega bo'lgan gidrosiklonlar keng ishlatilmoqda.

Agar shlamlarda oltin miqdori oz bo'lsa, ular sianlash yoki flotatsiya operatsiyalariga salbiy ta'sir ko'rsatsa, oltinli rudalarni shlamsizlantirish amalga oshiriladi.

Oltinli rudalarni saralash ko'p mehnat talab qilishi uchun km ishlatiladi. Uni yo rudadan oltinni kam jinslarga yoki oltinga boy fraksiyalarga ajratish mumkin. Jinslarni chetlashtirish qayta ishlashga shlam hosil qiluvchi minerallarning miqdori kam hamda oltinga boy mahsulotni qayta ishlashga jo'natishga imkon beradi.

Ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida gravitatsiya usulida boyitish qo'llaniladi. Gravitatsion boyitishda yirik oltin zarralari va sulfidlarni ajratish uchun yanchishning yopiq siklini qo'llash ularni o'ta yanchilishining oldini oladi. Ba'zi fabrikalarda bunday usul bilan oltinni 80% gacha ajratishga erishilgan.

Oltinni yanchish sikllarida ajratish uchun cho'ktirish mashinalari, konsentratsion stollar, shlyuzlar va gidrosiklonlar ishlatiladi. Oltinli rudalarni boyitish uchun og'ir suspenziyalarda boyitish usulini qo'llash imkoniyatlari o'rganilmoqda.

Oltin ajratish fabrikalarida gravitatsion boyitish faqat yanchish siklidagina qo'llanilmaydi ko'pincha oltin va oltin saqlovchi sulfidlarni amalgamtsiya, flotatsiya va sianlash chiqindilaridan ajratib olinadi.

Flotatsion boyitish ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida yetakchi jarayon hisoblanadi. Qazib olingan rudalarning 70% idan ortig'i flotatsiyaga uchratiladi. Toza yuzaga ega erkin holdagi oltin oson flotatsiyalanadi. Bunday oltin uchun to'plovchi sifatida ksantogenatlar(ayniqsa butil ksantogenati), ditiofosfatlar, merkaptanlar, yog' kislota tuzlari ishlatiladi. Misli oltin saqlovchi rudalardan piritni ohak bilan so'ndirib oltin-misli boyitma olinadi.

Oltinni amalgamatsiya usulida ajratish simobning oltin zarralarini tanlab ho'llash qobiliyatiga asoslangan. Bo'tana bilan aloqada bo'lib, simob oltin zarralarini ushlaydi va u bilan amalgama deb ataluvchi murakkab aralashma hosil qiladi. Aralashma oltin erigan simobning ortiqcha qismi va qattiq oltin zarralaridan tashkil topadi. Bu usul kam, va asosan gravitatsiya boyitmalarini qayta ishlashda qo'llaniladi.

Oltinni ajratish va simobni regeneratsiyalash (qayta tiklash) quyidagicha amalga oshiriladi. Amalgamani mato orqali siqish natijasida ortiqcha simob siqib chiqariladi. 40-60% oltin saqlovchi siqilgan amalgama retortalarda 800-850 °C da qizdiriladi. Simob parlari retortadan maxsus trubka orqali chetlashtiriladi va muzlatkichda kondensatlanadi. Hosil bo'lgan g'alvirak (gubkasimon) oltinda 0,1 dan 1% gacha simob, kumush, mis va boshqa metallar qoladi. G'alvirak oltin eritiladi.

Sianlash oltinni to'g'ridan- to'g'ri rudadan ham, ularni qayta ishlash mahsulotlari(gravitatsion va flotatsion boyitish boyitma va chiqindilari) dan ham gidrometallurgik ajratish uchun ishlatiladi. Gidrometallurgik ajratish uchun ishlatiladi. Sianlash jarayoninig mohiyati oltinni ishqorli sianli eritmalarda erishidan iborat. Oltinni sianli eritmalardan cho'ktirish rux kukuni yordamida amalga oshiriladi.

Oltinni cho'ktirish uchun shuningdek, kon almashgich smolalar va aktivlangan ko'mir ham ishlatiladi.

Oltin-rux cho'kmalar suvsizlantiriladi markaziy zavodga jo'natildi, u yerda ular xlorid kislotada eritiladi, yuviladi, quritiladi va eritiladi. Qotishma affinajga jo'natiladi.

Sianlash va eritish jarayonlarini jadallashtirish, boyitmadan mishyak va oltingugurtni chetlashtirish maqsadida ba'zan oksidlovchi kuydirish ishlatiladi.

Oltinli qumlarni boyitish uchun turli gravitatsiya uskunalari ishlatiladi. Qumlarni dezintegratsiyalash va oltin zarralarini puch tog'

jinslari va loyli mahsulotlardan ajratish maqsadida qo'llaniladi. Dezintegratsiyalash uchun skrubberlar ishlatiladi.

Dezintegratsiya odatda elash (klassifikatsiyalash) orqali amalga oshiriladi, natijada ajratilgan puch tog' jinslari chiqindilar omboriga, oltin saqlovchi mayda maxsulot (efel) esa keyingi boyitish jarayoniga jo'natiladi.

Oltin saqlovchi mayda maxsulotni boyitish uchun shlyuzlar, cho'ktirish mashinalari, vintli separatorlar va konsentratsion stollar ishlatiladi. Shlyuzlar, cho'ktirish mashinalari va vintli separatorlarda olingan birlamchi boyitmalar qaytadan tozalanadi.

**Oltinli rudalarini flotatsiya usulida boyitish texnologiyasi.** Ma'danlarda oltin sof holda, sulfidlarda mayda dispers holda, tellur yoki selen bilan kimyoviy birikma holda, uchraydi. Sof oltin kimyoviy toza holda bo'lmaydi, kumush, mis, temir, vismut, palladiy va boshqa qo'shimchalar bilan uchraydi. Odatda sof oltinni probasi 700 dan 900 gacha bo'ladi. Sof oltin zarrachalari nihoyatda mayda zarrachadan katta sof, tug'ma og'irligi o'nlab kilogrammgacha bo'lishi mumkin.

Sof oltin uchraydigan sulfidli minerallar: pirit, arsenopirit, xira ma'dan, xalkopirit, galenit va birikmalar bilan ham uchraydi.

Oltin konlaridagi noma'dan minerallar asosan kvars, kalsit, barit va silikatlardan iborat bo'ladi.

Oltin, shuningdek, kompleks ma'danlarda: oltini bor margumushli, oltini bor sheelitli, oltin-misli va boshqa ma'danlar tarkibida bo'ladi.

Oltin konlari sochma va ma'danli bo'ladi. Oltin konlarini alohida turi oltinli aglomeratlar tashkil qiladi. Bu turdagi oltin (va uran) koniga dunyodagi eng katta kon Vitvatersrand (JAR) kiradi. Sochma oltin konlarida oltin miqdori kam bo'lsa ham, uni ajratib olish mumkin [2].

Hozirgi mavjud texnologiyalar asosida ma'danli konlardagi oltinning miqdori 1-5g/t bo'lganda, ajratib olish samarali bo'lsa, ishlab chqariladi.

Qadim zamonda, oltin sochma konlardan Afrikada, Janubiy Amerikada, Osiyoda (Xitoy), Yevropada (Ispaniya) va boshqa bir qator joylarda ishlab chiqarilgan.

XIX asr oxirlariga kelib sochma konlardagi oltin zahiralari juda kamayib ketdi. Hozirgi vaqtda asosan ma'danli konlardan oltin olinadi va uning umumiy miqdorini 2-3% ini sochma konlardan olinadi.

Zamonaviy ma'danli oltin konlar Kanada, AQSH, Avstraliya, Zimbabve, Gana, Dominikan Respublikasi, Filippin orollari va boshqa davlatlarda bor.

Sof oltin konlaridan tashqari, rangli metallarni sulfidli: misli, mis-nikelli, mis-molibdenli, qo'rg'oshin-ruxli ma'danlarni qayta ishlashda qo'shimcha oltin va kumush ajratib olinadi. Oltin ma'danlarda asosan sof metall holida qo'shimchalar bilan birga uchraydi. Sof oltin tarkibiga qo'shimchalardan asosan kumush, mis, temir, oz miqdorda margumush, vismut, tellur, selen va boshqa elementlar bo'ladi. Sof metall tarkibidagi oltin miqdori 75-90% (asosan 85% atrofida), kumush 1-10% (ayrim hollarda 20% vahatto 40% gacha), temir va mis 1% gacha. Mis ma'danlarida misli oltin, mis-nikelli ma'danlarda palladiyli, platinali, rodiyli oltin uchraydi.

Oltinning ma'lum bo'lgan minerallaridan (20 dan ortiq) sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan oltin hisoblanadi.

Ma'danlarda sof oltin har xil shaklda bo'ladi: irmoqli, simli, dendritli, plastinkali, tangasimon va boshqa turda. Sof oltin zarrachalarining o'lchami har xil, hatto mikroskop ostida ham ko'rinmaydigan mayda zarrachalardan tortib, gigant tug'ma oltin og'irligi 10-100 kg gacha bo'lishi mumkin. Katta tug'ma sof oltin juda kam uchraydi. Sof oltinning asosiy qismi mayda zarrachalardan iborat 0,5-1mm va undan kichik bo'ladi. Sof oltinni ma'dandagi o'lchamiga qarab yirik (+70mkm), mayda (-70+1mkm) va juda mayda zarrachalarga (-1mkm) bo'linadi. Oxirgisi sulfidli ma'danlarga xos.

Yirik oltin zarrachalari ma'dan yanchilganda, ma'dansiz qismidan ajraladi va gravitatsiya usulini qo'llanilganda, gravitatsion boyitmaga o'tadi.

Yirik oltin zarrachalari flotatsion boyitmaga yaxshi o'tmaydi va sianid eritmasida sekin eriydi.

Mayda oltin zarrachalari yanchilganda, qisman toza holda va boshqa minerallar bilan birikkan bo'ladi. Sof holdagi mayda oltin zarrachalari asosan flotatsiyalanadi, sianid eritmasida tez eriydi, gravitatsion jarayonda boyitmaga yaxshi o'tmaydi. Juda mayda zarrachali oltin sulfid minerallari bilan birikkan bo'lib, yanchilganda qisman ajraladi, asosiy qismi pirit va arsenopirit minerallari bilan birga bo'ladi.

Juda mayda zarrachali oltini bo'lgan ma'danlar qiyin boyitiladi va maxsus usullarni qo'llab, qayta ishlanadi.

Ko'p hollarda oltin zarrachalari temir yoki marganes oksidlari bilan, arsenopirit (FeAsS), kovellin (CuS), galenit (PbS) va boshqa minerallar bilan qoplangan bo'ladi. Oltin zarracha ustidagi qoplama zich bo'lganda, oltin sianid eritmasiga kam o'tadi.

Oltin zarrachasi yirik bo'lib, usti plyonka bilan qoplangan bo'lsa, gravitatsiya qo'llanilganda boyitmaga o'tadi, boyitmadan ajratishda maxsus usul qo'llaniladi. Bunday ma'danlarni flotatsiyalashda olinadigan boyitmada oltin miqdori nisbatan kam bo'ladi. Oltin asosan valyuta hisoblanadi.

Oltinni asosiy qismi zargarlik buyumlari ishlab chiqarishda, tish ishlashda va tibbiyotda qo'llaniladi. Oltin va uni qotishmalari elektron hisoblash mashinalarida ishlatiladi. Oltin kimyo sanoatida ko'p ho'llaniladi. Zargarlik buyumlari toza oltindan va uni qotishmalaridan tayyorlanadi. Oltin kumush va misni qo'shilishi qotishmani qattiqqligini oshiradi. Zargarlik buyumlaridagi oltinni (kumushni yoki platinani) qotishmadagi 1000 og'irlik qismidagi ulushi probasini ko'rsatadi. Oltin buyumlari 375, 583, 750 va 958 proba bilan ishlab chiqariladi. Ayrim davlatlarda (AQSH, Buyuk Britaniya, Shveytsariya) toza oltin (1000 probali) 24 karatga teng.

**Sulfidli oltin tarkibli rudalar va uning minerallari.** Minerallardan kimyoviy birikmaga ega bo'lganlaridan bular tellurid oltini (kalaverit  $\text{AuTe}_2$ , silvanit  $\text{AuAgTe}_4$ , krennerit  $\text{AuAgTe}_2$ , petsit  $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$  va boshqalar), shuningdek aurostibit  $\text{AuSb}_2$ .

Erkin oltin ruda tarkibida turli xildagi noto'g'ri shakllarda joylashgan bo'ladi: ilmoqsimon, tomirsimon, simsimon, sochma, aralash, taram tomirli, g'ovak, tangachali, tarmoqlangan, donador va boshqalar.

Erkin oltin bo'laklarining o'lchami keng ko'lamda o'zgaruvchan bo'ladi -mikroskopda ham ko'rinmaydigan maydalikdan to 10-100 kg. li katta bo'laklari ham uchraydi. Oxirgi holat kamdan kam hollarda kuzatiladi. Aksariyat oltin miqdori ruda tarkibida mayin 0,5-1,0 mm holda uchraydi.

Oltinning yirikligi - uning muhim texnologik xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Oltin bo'laklarining yirikligiga ko'ra quyidagi texnologik guruhlarga bo'lishimiz mumkin:

a) yirik oltin – bo'laklar yirikligi 0,1 mm ( $> 100$  mkm), yanchish natijasida ruda minerallaridan oson ajraladi va gravitatsiya usulida boyitiladi (juda yirik: 1-5mm; sof yoxud tug'ma oltin 5mm dan yirik);

b) mayin oltin – bo'laklar o'lchami 0,1mm dan 0,001mm (100dan 1mkm) gacha – yanchish natijasida qisman ajraladi va yaxshi flotatsiyalanadi, sinil tuzlarida yaxshi eriydi, ammo gravitatsiyada qiyin ajraladi;

v) mayin zarrali — bo'laklar o'lchami 0,001 mm ( $< 1$  mkm);



g) juda kichik oltin (submikroskopik) — bo‘laklar o‘lchami 0,1 mkm dan kichik. So‘nggi ikki guruh oltin minerallari asosan qiyin ajraluvchi murakkab tarkibli oltin minerallardir.

Yirik oltin bo‘laklari yanchish jarayoni natijasida ruda minerallaridan oson ajraladi va gravitatsiya usulida boyitilganda oson ushlab qolinadi, ammo yomon flotatsiyalanadi va sinil eritmalarida sekin eriydi. Mayin oltin yanchish jarayonida sof holda kam holda uchraydi, qisman boshqa minerallar bilan birga keladi. Mayin tug‘ma oltin yaxshi flotatsiyalanadi, sinil eritmalarida tez eriydi, ammo gravitatsiya usulida yomon ajraladi. Mayin zarrali oltin – ko‘p hollarda sulfid minerallari bilan bog‘langan bo‘lib yanchish natijasida kam miqdorda yuzasi ochiladi, asosiy qism oltin pirit va arsenopiritda qoladi. Bunday oltin minerallari sinil eritmalarida erimaydi, gravitatsiya va flotatsiya usulida u sulfidlari bilan birga ajraladi. Mayin zarrali oltin rudalari qiyin ajraluvchi rudalarga mansub bo‘lib undan oltin maxsus usullarda ajratib olinadi.

Flotatsiya sxemasini tanlash boyitiladigan material xarakteriga bog‘liq. Amaliyotda oltinni rudasini boyitishda kamdan kam holda bir jarayonli flotatsiyalash sxemasi qo‘llaniladi. Sxemani tanlashda quyidagilar inobatga olinishi zarur:

- sulfidli minerallarning o‘lchamini bir xil emasligi;
- gil miqdorining yuqoriligi (12% gacha);
- flotatsiya chiqindisini keyinchalik boyitish talabi (sorbsiyali tanlab eritish) mahsulotni 80% gacha -0,074mm sinfda yanchish asosiy flotatsiyada sifatli boyitma olishni yomonlashtiradi.

### **Oltin rudalarini flotatsiyalash jarayonida qo‘llaniladigan reagentlar**

1. **Moslovchi** - natriy gidrosulfidi ( $\text{NaHS}$ ) – sulfidli minerallarning qisman oksidlangan yuzasini flotatsiyalanishini oshirish uchun

2. **Muhit sozlovchi** - soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) – muhitni sozlash uchun ishlatiladi. Suvdagi og‘ir metallar ionlarining nomaqul ta‘sirini kamaytirish uchun.

3. **Faollashtruvchi** - mis kuporosi ( $\text{CuSO}_4$ ) – mineral yuzasida plyonka hosil qilib, yig‘uvchi reagentni faol yopishishini ta‘minlaydi.

4. **Yig‘uvchi** - BKK ( $\text{S}_4\text{N}_9\text{OSSK}$ ) – qimmatbaho komponent yuzasini suv bilan namlanishini kamaytirish va pufakchaga ilashishini ta‘minlaydi.

I 20 moyi – erkin holatdagi oltin zarralarini yig‘ish uchun.

5. **Ko‘pik hosil qiluvchi** – T 80 yoki T 92 moyi – pufakchanning sirt tarangligini oshirish va ko‘pikni turg‘unligini oshirish uchun.

## **Flotatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar**

### **1. Dastlabki rudadagi mineral o'lchami**

Yirik zarralar yomon flotatsiyalanadi va chiqindiga yo'qotiladi. Ularni flotatsiyalash uchun yig'uvchi reagentlar qo'p miqdorda qo'llanilishiga to'g'ri keladi. Bu esa flotatsiyani tanlovchanligini tushishiga olib kelishi mumkin. Bo'tanadagi o'ta mayin shlamlar flotatsiyalanishni yomonlashtiradi, tezligini pasaytiradi. Sifatli boyitma olishning asosiy talablaridan biri mahsulotni zaruriy o'lchamda kelishini ta'minlashdir.

### **2. Dastlabki mahsulotning zichligi**

Bo'tananing zichligi ortishi bilan reagentlarning hajmiy konsentratsiyasi ortadi, bo'tanani aeratsiyalash yomonlashadi va yirik zarrachalarni flotatsiyalashi pasayadi. Mayin shlam zarrachalarini flotatsiyalanishi jadallashadi, natijada boyitma sifati yomonlashadi. Bo'tana zichligi pasayishi ko'pik hosil bo'lishini pasayishiga olib keladi, bu ham boyitma sifati yomonlashishiga olib keladi.

### **3. Flotatsiya mashina kameronidagi bo'tana sathi**

Flotomashina kameronida bo'tana sathining pasayishi ko'pikli mahsulotni ajralishini kamayishiga va qimmatbaho komponentni chiqindiga yo'qotilishiga olib keladi.

Bo'tana sathining oshib ketishi puch tog' jinrlarini boyitma bilan birga chiqib, boyitma sifatini pasayishiga olib keladi.

### **4. Jarayonning reagent tartibi**

Bu jarayonning asosiy omillaridan biridir. Reagentlar sarfini qayta ishlanayotgan ruda miqdoriga proporsional holda ushlab turish zarur. Reagentlarni qo'shish belgilangan miqdorda avtomatik amalga oshirilishi zarur. Reagentlarning yetishmasligi va ko'payib ketishi flotatsiyaning sifat va miqdor ko'rsatkichlariga yomon ta'sir ko'rsatadi. Reagent tartibini o'zgartirish qayta ishlanayotgan ruda xarakteri va xossalari o'zgartirishiga amalga oshiriladi.

### **5. Bo'tanani aeratsiyalash**

Bo'tanani aralashtirish va ko'pik hosil qilish uchun havoning miqdori muhim parametr hisoblanadi. Havoning miqdorini nazorat qilish ko'pik hosil qilish sifatini, ko'pik qatlami balandligini va havo pufakchalari diametrini optimal o'lchamda ushlab turish va pufakchani minerallashtirish darajasini oshirish uchun muhimdir.

### 3.26. Amalgamatsiya usulining nazariy asoslari

Simob yordamida ruda va boyitmalar tarkibidagi nodir metallarni ajratib olish usuli amalgamatsiya deyiladi. Amalgamatsiyada oltin saqlovchi material yanchilgan holda simob bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Oltin zarrachalari simob bilan ho‘llanadi, hamda amalgama hosil qilib to‘planadi. Rangli metallar, temir va boshqa minerallar simob bilan ho‘llanmaydi va shuning uchun amalgamaga o‘tmaydi. Shunday qilib amalgamatsiya jarayonining asosida suyuq simobning oltinni tanlab ho‘llab amalgama hosil qilishi yotadi. Amalgama katta zichlikka ega bo‘lganligi uchun uni qoldiq material (bo‘sh tog‘ jinsi) dan oson ajratib olish mumkin.

Amalgamatsiya jarayoni 2 ketma-ket keladigan bosqichdan iborat:

- 1) oltinning simob bilan ho‘llanishi;
- 2) simob bilan oltinning o‘zaro ta’siri (diffuziya).

Bunda birinchi bosqich - oltinni simob bilan ho‘llanishini hal qiluvchi bosqich hisoblanadi. Oltin yuzasi qanchalik yaxshi ho‘llansa, amalgamatsiya jarayoni suvli muhitda olib borilgani uchun, oltinni simob bilan ho‘llanishida 3 ta faza - oltin, simob va suv ishtirok etadi.

Fizikaviy kimyo kursidan ma'lumki, ikki fazaning ajralish chegarasi erkin holdagi sirt energiyasiga (sirt tarangligiga) ega, uning miqdori o‘zaro tegib turgan fazalarning tabiatiga bog‘liq. O‘zaro tegib turgan fazalar qutblanganligidagi farq qanchalik katta bo‘lsa, erkin sirt energiyasi shunchalik katta bo‘ladi. Fazaning qutblanganligi o‘lchami sifatida dielektrik doimiylik, molekulaning dipol momenti va fazaning boshqa molekulyar xossalardan foydalaniladi. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan, har qanday fazalar aro yuza erkin energiyasini kamaytirish uchun o‘z-o‘zidan qisqarishga harakat qiladi.

Oltinni simob bilan ho‘llanishi ajralish fazalari chegarasidagi sirt tarangligi miqdori bilan o‘lchanadi. Bunday ajralish fazalari chegaralariga: oltin-suv; oltin-simob; simob-suv kiradi.

Suvga botirilgan oltin plastinka ustiga bir tomchi simob tomizsak, u quyidagi nisbat bilan o‘lchanadigan muvozanat qaror topmaguncha plastinka ustida yoyiladi:

$\alpha$  burchagi – ho‘llanish burchagi deyiladi. Ho‘llanish burchagi  $\alpha$  qancha kichik bo‘lsa, ho‘llanish shuncha yaxshi bo‘ladi. Amalgamatsiya jarayonini o‘rganishga I.N.Plaksin o‘zining juda ko‘p izlanishlarini bag‘ishlagan. Bu ishlar natijasida shu narsa aniqlandi-ki, oltinning simob

bilan ho'llanishi oltin va simobning kimyoviy tarkibiga, ular yuzasining holatiga va simobning potensialiga bog'liq.

Toza oltin kumush qo'shimchalari temir rangli metallar aralashgan oltinga nisbatan, simob bilan yaxshi ho'llanadi. Bu holat shu bilan tushuntiriladiki, oltinning tarkibida bo'lgan qo'shimchalar uning yuzasida oksid parda hosil qiladi va bu parda ho'llanishini qiyinlashtiradi. Oltinni yuzasida oksid parda hosil bo'lganda oltin-simob chegarasida sirt-taranglik ortadi, oltin-suv chegarasida esa kamayadi, bu  $\alpha$  ning ortishiga olib keladi. Shuning uchun simob nodirmas metallarni ho'llamaydi, chunki ularning yuzasi hamma vaqt oksid parda bilan qoplangan bo'ladi. Lekin, yangi hosil qilingan, hali oksid parda bilan qoplanishga ulgurmagan nodirmas metallar ham xuddi oltinga o'xshab, simob bilan yaxshi ho'llanadi. Masalan, agar simobga solib qo'yilgan rux plastinkani sindirib, yana simobga solsak, Zn ning singan joyi simob bilan darrov ho'llanadi.

Kimyoviy jihatdan toza simob oz miqdorda boshqa metallar (0,1 % gacha) saqlovchi simobga nisbatan oltinni yomonroq ho'llaydi. Rangli metallar aralashmasi 0,1% dan ortsa ho'llanish yomonlashadi. Ho'llanishning yomonlashuvi bu holda simobning yuzasida rangli metallarning oksid pardasi hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Oltinning simob bilan ho'llanishiga oltinning yuzasining holati ham ta'sir qiladi.

Mahsulotning yanchish natijasida yangi ochilgan oltin yuzasi simob bilan yaxshi ho'llanadi. Agar yanchish davom ettirilsa, oltin yuzasi sulfidlarning yoki boshqa qo'shimchalarning mayda zarrachalari bilan qoplanadi va ho'llanish yomonlashadi, buning natijasida amalgamatsiya jarayonining natijalari kamayadi. Shuning uchun oltinni simob bilan yuzaga ochilgan zahoti biriktirish kerak.

Oltin zarrachalarining simob bilan ho'llanishida oltin amalgamatsiyasida ishlatiladigan simob yuzasini holati katta ahamiyatga ega. Simob qo'zg'aluvchan, yangi yaltiroq yuzaga ega bo'lishi kerak. Bundan tashqari, u mayda zarrachalarga bo'linganda, bu zarrachalar tezda birikib, yaxlit holga o'tishi kerak. Mayda zarrachalarga bo'linib, keyin yaxlitlanmaydigan simobni ishlatilganda, ular birinchidan oltinni zarrachalarini yomon ho'llaydi, texnologik jarayondan chiqib ketadi va o'zi bilan oltin olib ketadi, qoldiq chiqindiga o'tadi (penzovanie).

Buning sababi: loyqa (pulpa) ga yog'li, ko'mirli, grafit moddalarning aralashib qolishi va h.k. Bu hodisa yuz bermasligi uchun ruda me'yoridan ortiq maydalanib ketmasligi kerak.

Ba'zi hollarda olinadigan amalgama qotib qoladi yoki mo'rt buladi. Bunda simobga ma'lum miqdorda mis va temir aralashib qolgan bo'ladi.

Mis odatda yomon amalgamatsiyalanadi, lekin yangi qaytarilgan, oksidlanmagan holda osonlikcha simob bilan ho‘llanadi. Oltinli rudalar ba'zi hollada ma'lum miqdorda mis minerallarini saqlashi mumkin. Bunday rudalarni yanchilayotgan paytda mis ham eritmaga o‘tishi mumkin. Undan tashqari, mis ionlari sanoat suvlari bilan ham jarayonga tushishi mumkin. Mis ionlari maydalash mashinalaridagi mexanik ishqalanishlar ta'sirida hosil bo‘lgan metall holdagi temir bilan qaytariladi. Buning natijasida temir zarrachalari yuzasida mis sementlashadi, u simob bilan oson ho‘llanadi va temir bilan birgalikda amalgamaga ilashadi va uni mo‘rt qilib qo‘yadi. Mis ionlarining bunday salbiy ta'siriga qarshi kurashish maqsadida loyqaga (pulpa) ohak qo‘shiladi va mis gidroksid holiga cho‘ktiriladi.

**Amalgamatsiya – Gravitatsiya fabrikalari.** Agarda rudada sulfidli minerallar ko‘p bo‘lsa, bu holda hamma ruda amalgamaga qo‘shilishi shart emas. Simob ortiqcha sarf bo‘lishi mumkin. Agarda ruda tarkibda yirik oltin zarrachalari ko‘p bo‘lsagina bu usul samaralidir. (Bunday usulda boyitishning sxemasi ko‘rgazmada ko‘rsatilgan).

Bunda cho‘ktirish mashinasidan olingan boyitma 5-7 % ni tashkil etadi. Uni boyitish stolida qayta tozalash (perechistka) natijasida 0,4 % “oltin quymacha” olish mumkin.

Chiqindini qaytadan tegirmonga qaytariladi, “oltin quymacha” ni amalgamalash bochkalarida, amalgamatsiya bilan boyitiladi.

Simobning mayda tarqoqlanib (pempzovanie) ketmasligi uchun 1t ruda hisobidan 300-500g ksantat reagenti qo‘shiladi. Ishlov berilayotgan rudaga 1t hisobidan 500-600 g/t simob sarf qilinadi. “Oltin boshqoq” dagi nodir metallar 99 % ni shu yo‘sinda ajratib olinadi. Agarda ishlov berilayotgan rudada mayda zarradagi oltinlar ko‘p bo‘lsa, so‘nggi yanchish tegirmondan keyingi tasniflovchi mashina sliviga tivitli tarnov-shlyuz o‘rnatiladi. Shlyuz boyitmasi cho‘ktiruvchi mashina boyitmasiga qo‘shib, qayta ishlovga birga o‘tkaziladi.

XX asrdan boshlab, gravitatsiya dastgohlaridan keyin, ishlov beriladi berilayotgan xomashyo gidrometallurgiya jarayoni – tanlab eritish bilan sinil tuzlarining eritmasidan foydalaniladi.

**Amalgamatsiya usullari.** Amalgamatsiya jarayoni 2 xil usulda amalga oshiriladi:

1. Ichki amalgamatsiya, bunda rudani maydalash bilan bir vaqtda maydalovchi uskunaning ichida amalga oshiriladi;

2. Tashqi amalgamatsiya-maydalovchi apparatdan tashqarida (odatda-shlyuzlarda, yoki maxsus uskunalar - amalgamatorlar) da amalga oshiriladi.

Ichki amalgamatsiya - oltin ajratib olish uchun yaxshi sharoit yaratib beradi, chunki bunda oltin zarrachalarining yuzasi ochilgan zahoti simob bilan birikadi. Qayta ishlanayotgan material yanchilganda oltin zarrachalarning yangi ochilgan yuzasi parda bilan qoplanmasdan turib, simob bilan yaxshi ho'llanadi. Bu esa oltinning amalgamatsiyasi uchun asosiy sharoit hisoblanadi. Ichki amalgamatsiyada maydalovchi uskunaga material bilan bir vaqtda simob ham solinadi.

Solinadigan simobning miqdori va ular orasidagi vaqt materialning xususiyatiga (tarkibiy qismi, shakli, kattaligi), undagi oltinning miqdoriga va jarayonning o'tkazish xususiyatiga bog'liq. Amalgamatsiya jarayonining bu parametrlari taxminiy tekshirishlar natijasida aniqlanadi va sanoat miqyosida ishlayotganda sinovdan o'tadi.

Quyilayotgan simobning oltinni miqdoriga nisbati amalda hisobda olinadi. Oltin zarrachalari yirikroq bo'lsa (3-6):1 nisbat, mayda bo'lsa (6-10):1 nisbati ishlatiladi. Quyiladigan simobning ma'lum vaqt oralig'ida qo'shilgan ma'qul, bunda amalgamatsiya jarayoni bir tekis borishiga eritiladi. Bundan tashqari simobning bir-biriga birikmaydigan mayda zarralarga bo'linib ketishini (pempzovaniya) oldi olinadi. Simob tezligi regulirovka qilinadigan maxsus moslamalar yordamida beriladi. Hozirgi vaqtda ichki amalgamatsiya o'tkazish uchun ishlatiladigan eng ko'p tarqalgan apparat amalgamatsion bochkadir.

Bu uskuna cho'yan yoki temirdan yasalgan silindr shaklidagi korpusdan iborat bo'lib, uning yarim o'qi podshipniklarga o'rnatiladi. Bochka elektrovigatel orqali harakatga keltiriladi. Materialni solish va chiqarib olish uchun ikki qarama-qarshi tomonda vintlar yordamida mahkamlanadigan qopqoqlar bo'ladi. Amalgamatsiya boshlanmasdan oldin bochkaga material, po'lat sharlar, suv va simob solinadi. Simobning miqdori odatda materialdagi oltin miqdoriga nisbatan 3-10 barobar ko'p bo'ladi.

Agar material yetarli o'lchamgacha maydalanmagan bo'lsa, simob darhol qo'shilmaydi, bochka katta tezlik bilan aylantirilib, avval material yanchiladi, undan keyin simob quyilib, bochka sekin aylantiriladi, amalgamatsiya vaqti tajriba yo'li orqali aniqlanadi. Bu jarayonlar uchun o'rtacha 3-4 soat sarflanadi. Amalgamatsiya oxirida bochkani ichidagi mahsulot voronka orqali chiqarib olinadi. 800-1200 mm o'lchamli

amalgamatsion bochkada sutkasiga 2,5-5 t boyitma qayta ishlanishi mumkin.

Tashqi amalgamatsiya ko'pincha amalgamatsion shlyuzlarda amalga oshiriladi. Shlyuzlar (tarnovchalar) ketma-ket joylashgan ikkita-uchta qiya tekislikdan iborat bo'lib, bu tekislik yuzasiga simob ishqalanganda mis list (varaq) to'shaladi. Mayda qilib yanchilgan oltin saqlovchi loyqa (pulpa) tarnovchadan o'tayotganda erkin holdagi oltin zarrachalari tarnovcha ostiga cho'kadi, simob bilan ta'sirlashadi va amalgamaga o'tadi.

Shlyuzning to'g'ri ishlashi shlyuz qiyaligini to'g'ri tanlashga va loyiha bilan tushayotgan suvning miqdoriga bog'liq. Amalda optimal qiyalikni 10% dan 21% gacha tanlanadi.

Tashqi amalgamatsiya jarayoni muvoffaqiyatli o'tishi uchun mis listlar yuzasining holati alohida ahamiyatga ega. Agar bu listlarning yuzasida oksidlanish mahsulotlari yig'ilib qolsa, oltinni ushlab qolish va amalgamatsiya to'xtaydi. Agar list yuzasida mis oksidining yashil dog'lari yoki yuzasining sulfid minerallari bilan ta'siri natijasiga ko'ra dog'lar hosil bo'lsa, bu oksid parchalarini sianidning 0,3% li eritmasi va NaOH ning 0,5% - li eritmasida eritish va shikastlangan joyini natriyli amalgama bilan ishqalash kerak. Yuza kuchli darajada oksidlangan bo'lsa yoki mis listni almashtirish kerak, yoki listni qo'shimcha ravishda simob bilan yaxshilab ishqalash kerak.

Tarnovcha yuzasidan amalgamani asosiy yuzani ishlatmaslik maqsadida rezinka kurakcha yordamida yuzalatib sidirib olinadi.

Amalgamatsion shlyuzlarning afzalligi:

- 1) sodda tuzilishga egaligi;
- 2) ishlash usulining soddaligi;
- 3) elektro energiya ishlatilmasligi;
- 4) simobning kam sarflanishi;

Kamchiligi:

- 1) ish unumdorligining kamligi;
- 2) suvning ko'p ishlatilmasligi;
- 3) og'ir minerallar saqlovchi rudalarni ishlatish mumkin emasligi (sulfidlar, barit, nikelit va boshka rudalar).

Hozirgi vaqtda tashqi amalgamatsiya mustaqil jarayon sifatida ishlatilmaydi. Ba'zi paytlarda uni ichki amalgamatsiyadan keyin amalgama zarrachalarini tutib qolish uchun yordamchi jarayon sifatida ishlatiladi.

**Amalgamani qayta ishlash.** Uskunadan olingan amalgama unga tasodifan ilashib qolgan temir, qum, sulfidlar va boshqa qo‘shimchalardan tozalanadi. Temir magnit bilan yo‘qotiladi, boshqa qo‘shimchalardan esa amalgamani suv bilan yuvib tozalanadi. Tozalangan amalgamani qalin mato orqali pressda siqiladi. Bunda 0,1 % Au saqllovchi oraliq mahsulot bo‘lgan suyuq simob ajraladi va 20-50 % Au saqllovchi chala quruq plastik amalgama olinadi. Simobning qolgan qismini yuqotish uchun chala quruq amalgama bug‘latiladi. Simobning bug‘latish retortalarda amalga oshiriladi. Bu retortalarning o‘lchami va tuzilishi sanoat masshtabi bilan o‘lchanadi. Retortalar yoqilgan yonilg‘i hisobiga, yoki elektr yordamida qizdiriladi. Retortaning toraygan qismida suvli sovutgich joylashgan. 350-400 °C haroratda simobning ko‘p qismi bug‘latilgandan keyin harorat 750-800 °C gacha ko‘tariladi. Bug‘latilgan simob pardalari suvli sovutgichda kondensatsiyalanadi va yig‘ilgan simob amalgamatsiyaga qaytariladi. Simob bug‘latilgandan keyin retortada qolgan oltin kukun yoki gubka (g‘ovak, mochalka) holida olinib, tigellarda flyuslar yordamida (soda, selitra, bura) eritiladi.

**Nazorat uchun savollar:**

1. Oltinli rudalarini tasnifi haqida tushuntirib bering?
2. Oltinli rudalarini ajratishda flotatsiya usulini qo‘llashning afzalligi nimada?
3. Flotatsiyalashda qo‘llaniladigan qanday reagentlarni bilasiz?
4. Oltinli rudalarini flotatsion sxemalari haqida tushuntirib bering?
5. Oltinli rudalarini flotatsiya usulida ajratishning mohiyati haqida tushuntirib bering?
6. Oltinli rudalarini flotatsiya usulida boyitish texnologiyasini tushuntirib bering?
7. Amalgamatsiya usulining mohiyatini tushuntirib bering?
8. Amalgamalarga ishlov berish.
9. Amalgamatsiya – gravitatsiya fabrikalari haqida tushuntirib bering?
10. Ichki va tashqi amalgamatsiya tushuntirib bering?
11. Amalgamatsiya usulining mohiyatini tushuntirib bering?
12. Amalgamalarga qanday ishlov beriladi?
13. Amalgamatsiya – gravitatsiya fabrikalari haqida tushuntirib bering?
14. Ichki va tashqi amalgamatsiya tushuntirib bering?



## IV BOB. MAXSUS VA KIMYOVIY USULLARDA BOYITISH

### 4.1. Qo'lda va mexanizatsiyalashgan saralash

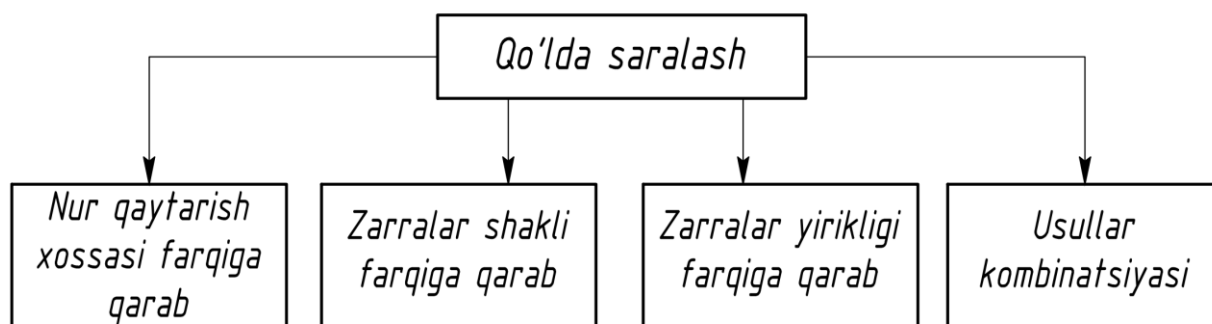
*Qo'lda (dastaki) saralash quyidagi holatlarda qo'llaniladi:*

- mexanik yoki kimyoviy boyitish qo'llanilishi mumkin bo'lmaganda;

- mexanik jarayonlar ajratishning zaruriy sifatini ta'minlay olmaganda, masalan, qimmatbaho toshlarni, listli slyudani, uzun tolali asbestni va boshqa minerallarni saralashda;

- foydali qazilmalarni qazib olishda va boyitishda yirik bo'lakli jinslarni ajratish uchun maydalashdan oldin.

Qo'lda (dastaki) saralashda ajratiladigan minerallarning rangini, tusini, shaklini, tuzilishini, ya'ni, bo'laklar yuzasidan ko'rinadigan nurlanishning o'zaro ta'siri natijalarini tashqi ko'rinishlarini farqlashdan foydalaniladi (56-rasm). Tashqi xususiyatlardagi tafovutlar faqat yorug'likda emas, balki rentgen nurlari bilan yoki ultrabinafsha nurlanishlardagi ayrim holatlarda namoyon bo'ladi (bu gravitatsiya usulida olingan olmosli boyitmalarni saralashda muhim ahamiyatga ega).



**56-rasm.** Qo'lda saralash usullari

Qo'lda saralashni qo'llash shartlari:

- foydali qazilmalar yoki jinslarning inson tomonidan yaxshi farqlanadigan tashqi belgilari mavjudligida;

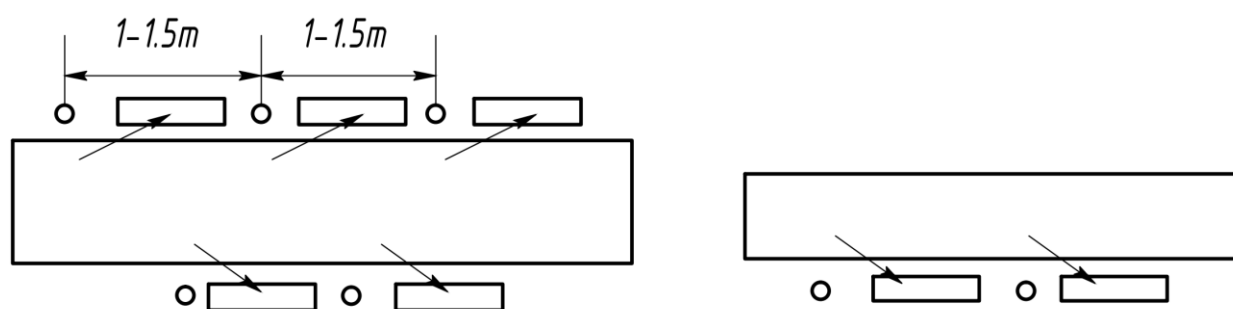
- texnik jihatdan amalga oshirishning oddiyligi, yiriklikning keng ko‘lamida yuqori sifatli monomineral mahsulotlarni olish imkoniyati mavjudligida.

Qo‘lda saralash jarayonida navni baholash va zarralarni ajratish inson tomonidan amalga oshiriladi. Zarralarni ajratib chiqarish eng katta yiriklikni (300 mm) va saralash unumdorligini cheklovchi sermehnat jarayon hisoblanadi. Ajratish uchun ruda yirikligi 25 dan 300 mm gacha o‘zgarishi mumkin; bo‘laklarning odatdagi o‘lchami 75-100 mm.

Qo‘lda saralashni texnologik jarayonga kiritilishi joyi bo‘yicha shaxta va fabrika sharoitlarida saralash turlariga bo‘linadi.

Bo‘sh tog‘ jinslarning miqdori 50-60 % va undan ortiq bo‘lganda foydali qazilmalarni saralashni bevosita rudani maydalash joyida o‘tkazish qo‘llaniladi. Yer osti sharoitlarida saralash to‘shamalarda, polkalarda, yerda, ruda maydalangandan so‘nggi maxsus lahimlarda olib boriladi. Jinlardan to‘lg‘azma ishlari uchun foydalaniladi. Yer osti sharoitlarida saralash unumdorligi bitta saralovchiga bir smenada saralangan jinslar 10-14 t ga yetadi. Yer osti sharoitlarida saralashga tasniflanmagan rudalar beriladi.

Boyitish fabrikalarida foydali qazilmalarni saralash qisman mexanizatsiyalangan. Saralash, odatda, konveyerning bitta yoki ikkita tomonidan saralovchilarni joylashtirish bilan konveyerlarda amalga oshiriladi (57-rasm). Bunda material bitta qatlam holida beriladi.



**57-rasm.** Saralovchilarning joylashish sxemasi

Bir tomonlama tanlab ajratishda lentaning maksimal kengligi 0,75 m, ikki tomonlama tanlab ajratishda esa 1,2 – 1,4 m chegaralarda bo‘ladi. Ikki tomonlama tanlashda saralovchilar shaxmat tartibida joylashadi. Bitta saralovchiga to‘g‘ri keladigan ruda ajratish maydonining uzunligi 1-2 m ni tashkil etadi. Ruda ajratgich konveyerning harakatlanishi tezligi – 9-12 m/daq. Ni tashkil qiladi.

Ruda konveyerda bir qatlamli joylashishi lozim, bunda konveyer lentasining uzunligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$B = 0,28 \times 10^{-3} Q / (d_{\max} v d k),$$

bunda,  $Q$  – unumdorlik, t/s;  $d_{\max}$  – qayta ishlanadigan ruda bo'lagining eng katta o'lchami, m;  $d$  – lentadagi rudaning sochilma zichligi, t/m<sup>3</sup>;  $v$  – lentaning harakatlanishi tezligi, m/s;  $k$  – lentaning ruda bilan to'ldirilishi koeffitsiyenti,  $k = 0,3-0,4$ .

Lentaning uzunligi quyidagi formulalardan aniqlanadi:

saralovchilar lentaning bir tomoni bo'ylab joylashuvida

$$L = L_0 + (N + 1) l;$$

saralovchilar konveyerning ikkala tomoni bo'ylab joylashuvida

$$L = L_0 + 0,5(N + 1) l,$$

bunda,  $L_0$  – lentaning bo'sh qolgan uzunligi (xavfsizlik texnikasi qoidalari bo'yicha 3-4 m ga teng);  $l$  – saralovchilar o'rtasidagi masofa, m;  $N$  – saralovchilar soni.

Ruda ajratish jarayoni samaradorligi quyidagi asosiy ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi: bo'sh tog' jinslarini saralash koeffitsiyenti  $e$  bilan, qoldiqli tiqilmalar  $R_q$  bilan, ishlayotgan saralovchilar soni  $N$  bilan va ularning mehnat unumdorligi bilan.

Bo'sh tog' jinslarini saralash koeffitsiyenti:

$$e = 100 Q / Q_p, \%$$

bunda,  $Q$  va  $Q_p$  – bo'sh tog' jinslarining massasi, mos ravishda saralangan va dastlabki rudada, t.

Qoldiqli tiqilmalar quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_{ost} = 100 Q_q / D, \%$$

bunda,  $Q_q$  – saralashdan so'ng rudada qolgan bo'sh tog' jinslarining massasi, t;  $D$  – saralashdan so'nggi ruda massasi, t.

Saralovchilarning maqbul soni faqat iqtisodiy hisoblashlar bilan belgilanadi.

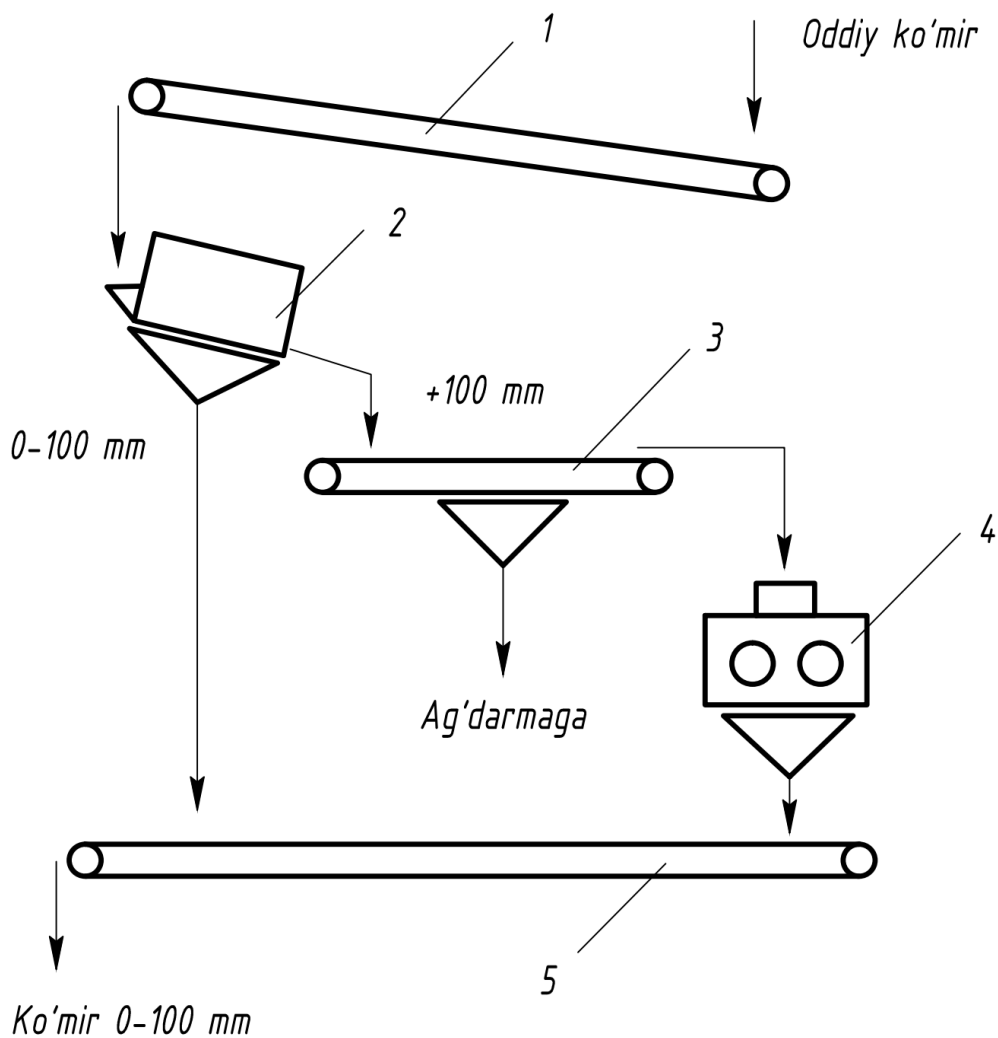
Qo'lda saralash unumdorligi rudaning yirikligiga, saralovchilarning malakasiga bog'liqdir. Rudaning 20-40 mm yirikligida saralovchining unumdorligi 1,5 t/smena gacha va 200-300 mm yiriklikda 8 t/smena gachani tashkil etadi.

58-rasmda ko'mirni boyitish fabrikalarida bo'sh tog' jinslarini saralashning namunaviy sxemasi keltirilgan.

Qo'lda saralash jarayoni yuqori darajada sermehnatligi bilan tavsiflanadi, bu ajratiladigan material yirikligi kamayishi bilan oshib boradi. Ishchi zonaning yoritilishi muhim ahamiyatga egadir. Bunda faqat yetarlicha yoritilishni ta'minlab qolmasdan, balki yoritishning maqbul

xususiyatlarini: bir tekis tarqalgan yoki yo‘naltirilgan yorug‘lik, nurlanish manbasining spektral xususiyatini (gazorazryadli simobli, lyuminessentli, kvarts lampali) ham tanlash lozim.

Saralash samaradorligini oshirish uchun ishlov berilayotgan material farqlanuvchanligi: saralashdan oldin rudani yuvish, mayda sinflarni ajratish, oldindan kimyoviy ishlov berish, UB-nurlar bilan nurlantirish oshiriladi. Qator minerallar ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilganda rangini o‘zgartiradi: olmos – havorang; sfalerit – sariq; serussit ( $PbCO_3$ ) – sariq va h.k.



**58-rasm.** Ko‘mir boyitish fabrikalarida bo‘sh tog‘ jinslarini ajratish sxemasi:

1 – oddiy ko‘mir konveyeri; 2 – g‘alvir; 3 – bo‘sh tog‘ jinslarini ajratish konveyer; 4 – maydalagich; 5 – 0-100 mm yiriklikdagi ko‘mir konveyeri

***Mexanizatsiyalangan saralash*** (radiometrik boyitish) dastlabki boyitish uchun hamda qora, rangli, noyob va nodir metallar rudalarini, olmos tarkibli va boshqa nometall foydali qazilmalarni qayta ishlashda asosiy va oxirigacha yetkazuvchi boyitish jarayonlari sifatida qo'llaniladi.

Radiometrik boyitish yordamida birqancha asosiy texnologik vazifalar hal qilinadi.

1. Rudalarni (yirik bo'laklilarni) dastlabki boyitish. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, dastlabki boyitish o'rtacha maydalashga va keyingi qayta ishlashga tushadigan rudalar hajmini 20-50 % ga qisqartirish imkonini beradi. Bundan tashqari, bu qayta ishlanadigan xom ashyoda qimmatbaho komponent miqdorini oshiradi va natijada boyitmaga ushbu komponentni umumiy ajralishini ham oshiradi. Radiometrik boyitish uran tarkibli, berilliyli, oltinli rudalarni va nometall foydali qazilmalarni dastlabki boyitish uchun keng qo'llaniladi.

2. Foydali qazilmalarni alohida texnologik navlarga dastlabki ajratish turli sxemalar bo'yicha olib boriladi va juda samarali hisoblanadi. Masalan, radiometrik boyitish misli rudani qayta ishlashda, dastlab to'g'ridan-to'g'ri eritishga yuborish mumkin bo'lgan yirik bo'lakli qiymatdor fraksiyani va avval flotatsiyalash bilan boyitiladigan, so'ngra eritiladigan kamqiymat fraksiyani ajratish imkonini beradi.

3. Yirik bo'lakli boyitmalarni olish. Ayrim metallurgik jarayonlar uchun yirik bo'lakli dastlabki xom ashyo zarur bo'ladi. Radiometrik boyitish yirik bo'lakli temirli, xromli, marganesli boyitmalar olish imkonini beradi, ularni hech qanday qo'shimcha qayta ishlashsiz eritishga yuborish mumkin.

4. Boyitishning boshqa usullari bilan olingan boyitmalarni maromiga yetkazish, masalan, o'ta toza kvarsli boyitmalar olish.

Boyitishning radiometrik usullari minerallarning nurlanishni chiqarish, aks ettirish yoki yutish xususiyatlaridagi tafovutlarga asoslangan.

Radiometrik boyitishning ikkita turi mavjud: minerallarning o'zi nurlanish chiqaradigan radioaktiv rudalarni boyitish, va minerallari tabiiy radioaktivlikka ega bo'lmagan noradioaktiv rudalarni boyitish.

Birinchi holatda ajratiladigan minerallarning tabiiy nurlanish jadalligi ajratuvchi belgi hisoblanadi. Ikkinchi holatda birlamchi majburiy nurlantirish manbasi kerak bo'ladi, va ushbu nurlanishning ajratiladigan minerallar bilan o'zaro ta'sirining ikkilamchi signali jadalligi ajratuvchi belgi sanaladi.

Ikkilamchi signalning jadalligi va xususiyati foydali qazilma

xossalariga bog‘liqdir. Nurlanishning tog‘ jinsi zarrasi orqali o‘tishini aks ettirgan umumiy sxema 59-rasmda keltirilgan.

Havo-tog‘ jinsi ajralishi chegarasi uchun quyidagi tenglik haqqoniydir:

$$F_d = F_k + F_r$$

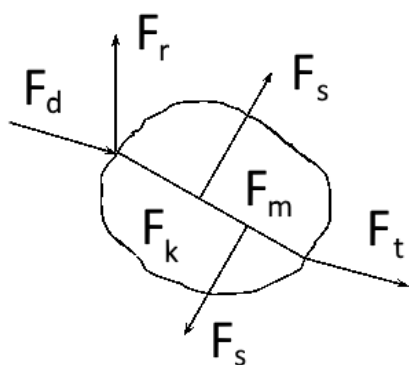
$$\text{O‘z navbatida: } F_k = F_s + F_m + F_t$$

$$\text{Unda } F_d = F_r + F_s + F_m + F_t$$

Agar tenglamaning ikkala qismini  $F_0$  ga bo‘lsak, quyidagini hosil qilamiz:

$$1 = r + s + m + t$$

bunda,  $r$ ,  $s$ ,  $m$ ,  $t$  – aks ettirish, tarqatish, yutish, o‘tkazish koeffitsientlari.



$F_d$  – dastlabki nurlanish;

$F_k$  – nurlanishning tog‘ jinsiga kiruvchi qismi;

$F_r$  – nurlanishning tog‘ jinsidan aks etuvchi qismi;

$F_s$  – nurlanishning tog‘ jinsi tarqatuvchi qismi;

$F_m$  – nurlanishning tog‘ jinsiga yutilgan qismi;

$F_t$  – nurlanishning tog‘ jinsidan o‘tgan qismi.

### 59-rasm. Tog‘ jinsidan nurlanishni o‘tish sxemasi:

Modda orqali nurlanish o‘tishi xususiyatiga bog‘liq holda saralashning quyidagi usullari mavjud (60-rasm):

A – aks ettirilgan nurlanishdan foydalanish orqali radiometrik saralash;

B – tarqoq nurlanishdan foydalanish orqali radiometrik saralash;

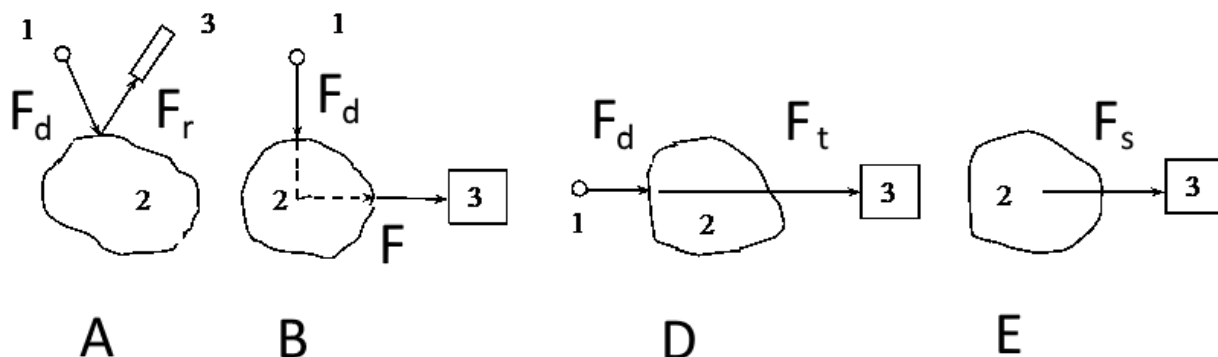
D – o‘tgan nurlanishdan foydalanish orqali radiometrik saralash (absorbsiyali usul);

E – zarracha ishlab chiqaradigan nurlanishdan foydalanish orqali radiometrik saralash (avtoradiometrik usul).

Avtoradiometrik usul nurlanish manbasini qo‘llashni talab qilmaydi, chunki rudalarning tabiiy radioaktivligidagi tafovutdan foydalaniladi ( $F_r$ ).

Bundan tashqari, tashqi ta’sir ostida nurlanish manbasi ayrim

minerallarda sun'iy (hosil qilingan) radiaktivlik keltirib chiqaradi yoki lyuminessentli nurlanish yuzaga keladi. Bu holatda minerallar chiqaradigan nurlanish jadalligini aniqlashga asoslangan radiometrik saralash usullaridan foydalaniladi.



**60-rasm.** Saralash usullari:

1 – nurlanish manbayi; 2 – mineral zarrasi; 3 – nurlanishni qabul qiluvchi

Radiometrli saralashda tashqi manbaa sifatida to‘lqin uzunligi keng chegarada bo‘lgan nurlatuvchilar qo‘llaniladi:

- $\gamma$  nurlanish ( $l < 10^{-3}$  nm);
- $\beta$  nurlanish ( $l = 10^{-3} - 10^{-2}$  nm);
- neytronli ( $l = 10^{-2} - 10^{-1}$  nm);
- rentgenli ( $l = 5 \times 10^{-2} - 10$  nm);
- ultrabinafsha ( $l = 10^2 - 3,8 \times 10^2$  nm);
- ko‘rinuvchi yorug‘lik ( $l = 3,8 \times 10^2 - 7,6 \times 10^2$  nm);
- infraqizil ( $l = 7,6 \times 10^2 - 10^4$  nm);
- radioto‘lqinli ( $l = 10^5 - 10^{14}$  nm).

**Nazorat uchun savollar:**

1. Rudalarni qo‘lda saralash nimaga asoslangan?
2. Rudalarni mexanik saralash nimaga asoslangan?
3. Qaysi hollarda qo‘lda saralashni amalga oshirish kerak?
4. Qaysi uskunalarda mexanik saralashni amalga oshiriladi?

## 4.2. Sianlash jarayoni

Gravitatsiya va amalgamatsiya usullari bilan ruda tarkibidagi yirik zarrachali oltin ajratib olinadi. Lekin, ko'pchilik oltinli rudalarning tarkibida yirik oltin zarralari bilan bir qatorda mayda zarrachali oltin ham uchraydiki ularning yuqoridagi usullar bilan ajratib olish mumkin emas. Shuning uchun gravitatsion boyitish qoldiqlari va amalgamatsiyaning mayda oltin zarrachalarini ajratishning asosiy usuli sianlash hisoblanadi.

Bu jarayoning mohiyati shundan iboratki, nodir metallar ishqoriy va ishqoriy yer metallari sianidlari suyultirilgan eritmalarida ( $\text{KCN}$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{Ca}(\text{CN})_2$ ) havo kislorodi ishtirokida tanlab eritiladi. Eritmaga o'tgan oltin va kumush metall holdagi rux bilan cho'ktiriladi yoki ion almashtiruvchi smola, faollangan ko'mirga yuttiriladi.

### *Sianlash jarayonining termodinamikasi*

Oksidlovchi sifatida qo'llaniladigan ko'pchilik oksidlovchilarning oksidlanish potentsiali ancha past bo'lib, ular oltinni oksidlay olmaydi.

Sianli eritmalar ishqoriy xususiyatga ega. Ishqoriy muhitda gidrometallurgiya keng tarqalgan va qulay hisoblangan oksidlovchi kislorod oltinga nisbatan past oksidlanish potentsialiga ega [12].

Kislorodning vodorod peroksidgacha qaytarilishidagi oksidlanish potentsiali va vodorod peroksidining gidroksil ionlarigacha qaytarilishdagi oksidlanish potentsiali ularning barchasi metall holdagi oltinni oksidlab,  $\text{Au}^{+3}$  kationi holida eritmaga o'tkazishga qodir emas.

Lekin, Nernst tenglamasiga ko'ra, metall uning tuzi eritmasidagi potentsiali bu metall ionlarining aktivligiga bog'liq:

$\text{Au}^{+1}$  ionlari CN ionlari bilan  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$  mustahkam kompleks hosil qiladi, uning dissotsiatsiyasi muvozanat chap tomonga surilgan va juda kichik dissotsiatsiya konstantasi bilan xarakterlanadi.

Shuning uchun  $\text{CN}^-$  ionlari ishtirokida  $\text{Au}^+$  ionlarining aktivligi keskin kamayadi.

Sianid ionlari  $\text{Au}^{+1}$  kationlarini mustahkam kompleksga bog'lab, oltinning oksidlanish potentsialini keskin pasaytiradi hamda uning kislorod bilan oksidlanib, kompleks anion  $[\text{Au}(\text{CN})_2]$  holida eritmaga o'tkazish uchun termodinamik sharoit yaratadi.

Xuddi shunga o'xshash natijalarni kumush uchun ham olish mumkin. Termodinamik jihatdan olganda oltin faqat sian eritmalarida emas, balki ion va molekulalari oltin bilan yetarli darajada mustahkam kompleks hosil qila oladigan boshqa eritmalarda ham eriydi. Masalan: CN



ionni oltin bilan  $[Au(CN)]$  holdagi dissotsiyalanish konstantasini 1:10 ga teng kompleks hosil qiladi. Oltinning CN ionlari ishtirokida erishining standart potentsiali +0,14 V gacha pasayadi va oltinning kislorod bilan oksidlanishi va uning eritmaga o'tishi termodinamik jihatdan mumkin bo'lib qoladi.

S ionlari ishtirokida oltin AuS holdagi juda mustahkam kompleks hosil qiladi, buning natijasida oltinning potentsiali chap tarafga kuchli darajada siljiydi.

Shuning uchun, metall holdagi oltin gidrosulfidlar, shuningdek, polisulfidlarning eritmalarida erishi mumkin.

Oxirgi reaksiya shunisi bilan qiziqarli, u kislorod ishtirokisiz ketishi mumkin, bu S ionlarining uzishi kuchli oksidlovchi xossaga ega ekanligi bilan tushuntiriladi. Yaqinda oltinni aminokislotalar, peptidlar, oqsillar, nuklein kislotalarning suvdagi eritmalarini bilan eritish mumkinligi aniqlanadi. Bu birikmalar ham oltin bilan o'zaro ta'sirlashganda kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan: oltinning glitsinning (aminouksus kislota) ishqoriy eritmasida erish quyidagi reaksiya bo'yicha boradi. Hozirgi rudadagi oltinni eritishda shu erituvchidan foydalanish yo'llari qidirilmoqda. Oltinni tiomochevina molekullari bilan kationli kompleks  $Au [CS(NH)_2]$  hosil qiladi. Tiomochevinali eritmada oltinning standart potentsiali +0,38 V gacha kamayadi. Bu holat tiomochevinaning nordon suvli eritmalarida oltinning erishi mumkinligini ko'rsatadi. Bunda oksidlovchi sifatida  $Fe^{+3}$  ionlari ishlatiladi [12].

### **Sianlash tezligiga ta'sir qiluvchi omillar**

Sianlash kinetikasi o'rganish uchun o'tkazilgan tadqiqotlar amaldagi sharoitga nisbatan soddaroq sharoitda o'tkaziladi. Xususan, har xil tarkibdagi va har xil yoyilgan (dispersli) oltinli ruda o'rniga bu tajribalarda to'g'ri geometrik shlam kimyoviy toza oltin va kumush ishlatildi. Ishlatilgan sianli eritmalar ham bu tajribalarda absolut toza bo'lgan, amaldagi sanoat sianli eritmalarini esa sianlash jarayoniga sezilarli ta'sir qiluvchi ko'p miqdorda qo'shimchalar saqlaydi. Bunda rudaning tarkibidagi sianli eritmalar bilan ta'sirlashishga qodir bo'lib, turli xil yonbosh hodisalarni keltirib chiqaruvchi begona minerallarining ham mavjud bo'lishi mumkinligi ham hisobga olinmagan.

Bu va shu turdagi ko'pgina farqlar tajriba yo'li bilan olingan natijalar sanoat sharoitida oltinli rudalarni sianlash jarayonining hamma xususiyatlarini tushuntirib bera olmaydi.

Shunga qaramay, sianlash jarayonining alohida va muhim tomonlarining shu tajribalar asosida deyarli qoniqarli qilib tushuntirib berish mumkin.

Kinetik izlanishlarning natijalari shuni ko'rsatadiki, aralashtirishning o'rtacha tezligida oltin va kumushning sianli eritmada erishi diffuzion (singish, bir-birining ichiga o'tish, siqilish) xarakterga ega [12].

Sianid konlarining konsentratsiyasi yuqori bo'lib, sianid konlarining diffuziya tezligi ham katta bo'lganida, erishning eng sekin ketadigan bosqichi erigan kislorod molekulalarining diffuziyasi hisoblanadi. Sianid konlarining konsentratsiyasi past bo'lganda ularning diffuziyalanish tezligi kislorod diffuziyasiga nisbatan kam bo'ladi va jarayonning tezligi bu ionlarining metall yuzasiga yetkazish bilan chegaralanadi.

Oltinli rudalarni sianlash, hamda oltin saralash fabrikalari ishlarini tahlil qilish borasida olib borilgan tadqiqot ishlari shuni ko'rsatadiki, real sharoitida nodir metallarni sianlash jarayoni diffuzion xususiyatga ega ekan. Shuning uchun diffuziyani tezlashtiruvchi barcha omillarni sianlash jarayonini jadallashtiruvchi yo'l deb qarash mumkin.

Diffuziya tezligi aralashtirish tezligi ortishi bilan ortadi. Shuning uchun, jadal aralashtirib turib, erish tezligini oshirish mumkin. Bu muhim xulosa yuqori darajada aralashtirishni ta'minlovchi apparatlar qo'llab, oltinli rudalarni tanlab eritish amaliyotida keng ishlatilmoqda. Sianidning optimal konsentratsiyasini tanlanayotganda uning miqdori eritmadan kislorodning konsentratsiyasi bilan bog'liqligini hisobga olish kerak.  $15^{\circ}\text{C}$  haroratli va kislorodning parsial bosimi  $0,021\text{ MPa}$  bo'lganda kislorodning eruvchanligi  $0,314 \cdot 10\text{ mol/sm}^3$ , shuning uchun sianidning optimal konsentratsiyasi  $0,01\%$  NaCN (oltinli erishida)  $0,02\%$  NaCN (kumushning erishida). Amalda esa sianli eritmalarning bir muncha kuchliroq ( $0,02\text{-}0,05\%$ ) eritmaları ishlatiladi. Bu holat sianli eritmalarda ularni erituvchanlik qobiliyatini susaytiruvchi bir qancha qo'shimchalarning mavjud bo'lishi bilan tushuntiriladi. Ko'p hollarda oltinli rudalar tarkibida yo'ldosh minerallar ham bo'lib, ular sezilarli tezlikda oksidlanishga qodir va buning natijasida erigan kislorodning ayrim qismi yonbosh reaksiyalar uchun behuda sarflanadi. Bu holda eritma yetarli darajada aralashtirmasi, sianli eritmadagi kislorodning miqdori berilgan parsial bosim va haroratda muvozanat holatidagidan kichik bo'ladi.

Har xil turdagi oltinli rudalarni sinab-tekshirib ko'rish kislorodning yuqori parsial bosimida tanlab eritish sianlash tezligini bir necha o'n

barobar orttirishini ko'rsatadi. Lekin bu jarayon yuqori bosimli apparatlar (avtoklav) juda qimmat turishi uchun sanoat miqyosida qo'llanilmaydi.

Janubiy Afrika zavodlarida sianli eritma oltinli rudaga qo'shimchasidan oldin kislorod bilan to'yintirildi. Buning uchun eritmaga maxsus qozonlarda 0,6 MPa bosim ostida qisilgan havo beriladi. Buning natijasida eritmadagi kislorodning miqdori 40-45 mg/l gacha ko'tarildi. Lekin qozondagi chiqish vaqtida kislorodning ortiqchasi eritmadan baqirib ajralib chiqa boshlaydi va uning konsentratsiyasi muvozanat konsentratsiyasigacha kamayadi (9 mg/l). Shuning uchun sianlashning boshida uning konsentratsiyasi nisbatan kichik edi.

Nodir metallarning sianli eritmada erishi harorat ko'tarilishi bilan bir muncha oshadi. Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, tanlab eritish haroratining ortishi bilan yo'ldosh minerallarning ham sianli eritmalar bilan ta'sirlashish reaksiyalari ortadi. Shu bilan bir qatorda, yuqori haroratda sianli eritmalarning gidrolizi kuchayadi, hamda ularning ammiak va chumoli kislotasi tuzlari hosil qilib ajralishi kuchayadi.

Shuning uchun amalda sianli eritmalar faqat qish faslida biroz isitilib, 15-20°C li harorat ushlab turiladi.

Sianlash tezligini belgilovchi asosiy omillardan yana biri nodir metallar zarrachalarining kattaligidir. Yirik oltin zarrachalarning solishtirma yuzasi mayda oltin zarrachalarinikiga nisbatan kichik bo'lgani uchun ular sekinroq eriydilar. Yirik oltin zarrachalarining to'liq erishi juda uzoq vaqt davom etadi va oltinli sianlash orqali ajratib olish o'z-o'zini qoplamaydi.

Yanchish jarayonida yuqori bog'lanuvchanlikka ega bo'lgan oltin zarrachalarining o'lchami o'zgarmaydi. Shuning uchun oltin saralash fabrikalarining texnologik sxemalarida yirik oltin zarrachalari sianlashdan oldin gravitatsion yoki amalgamatsiya usulida ajratib olinadi.

O'lchami 1 mkm dan kichik bo'lgan juda mayin zarrachali oltini ajratib olish murakkab masala hisoblanadi. Bunday oltinni yuzasini o'ta mayin yanchib ham ochib bo'lmaydi. Bunday mayin zarrachali oltinni saqlovchi rudalar qaysar rudalar turiga kiradi va ularni ajratib olish uchun maxsus usullar qo'llaniladi. Ayrim hollarda tanlab eritilayotgan ruda zarrachalari g'ovak puk strukturaga ega bo'lsa, mahsulot dag'al yanchib, hattoki mayda bo'laklar holida sianlash mumkin. Bunda jarayon ichki diffuzion qismida ketadi, bunda eng sekin boradigan bosqich sianidli darz va kapillyar bo'ylab oltinning yuzasiga olib kelish hisoblanadi. Ichki diffuzion qismida ketadigan jarayonlar tezligi aralashtirish tezligiga

bog‘liq emas, lekin reagentlarning konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi. Bunda sianlash tezligiga ta‘sir qiluvchi asosiy omil zarrachaning diametri va uning g‘ovakligi hisoblanadi.

Zarrachaning solishtirma yuzasi faqat uning o‘lchami bilan emas, balki shakli bilan ham aniqlanadi. Shuning uchun oltin zarrachalarning shakli ham sianlash tezligiga ta‘sir qiladi. Bir xil og‘irlikdagi oltin zarrachalaridan solishtirma yuzasi eng kichik bo‘lgan dumaloq shaklidagi oltin zarrachasi kub shaklidagi oltin zarrachasidan, kub holdagi oltin zarrachasi esa yassi shaklidagi oltin zarrachasidan sekinroq eriydi. Tanlab eritish jarayonida oltin zarrachalarining yuzasi odatda kichrayadi va tegishli ravishda vaqt birligi ichida eritmaga o‘tayotgan metalning miqdori ham kichrayadi.

Diffuziya koeffitsiyenti shu jumladan uning tezligi bo‘tananing qovushqoqligiga bog‘liq bo‘lib, qovushqoqlik ortishi bilan kamayadi. Shuning uchun oltinning qovushqoq bo‘tanalarda erishuv tezligi sezilarli kamayadi. Bo‘tananing qovushqoqligi rudadagi kristall va kolloid zarrachalarning nisbati va butananing suyultirish darajasi (S:Q) bilan aniqlanadi. Qovushqoqlikning katta bo‘lishi oltin zarrachalari erishishi keskin kamaytiradi.

**Sianli eritmalarning yo‘ldosh minerallar bilan o‘zaro ta‘siri.** Oltinli rudalarning mineralogik tarkibi xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Oltinli rudalarda kvars, silikatlar, temir oksidi kabi nisbatan inert minerallari bilan bir qatorda sianidlar va erigan kislorod bilan jadal ta‘sirlashuvchi minerallar ham mavjud. Bunda ketadigan yondosh reaksiyalar reagentlar sarfini oshirib, ba‘zi vaqtlarda oltinning sianli eritmaga o‘tishini sekinlashtiradi yoki kamaytiradi. Bu reaksiyalarning mahsulotlari keyingi oltinni rux bilan cho‘ktirish operatsiyalarini chigallashtiradi. Shuning uchun sianlash jarayonining ko‘rsatkichlarini belgilovchi eng asosiy omillardan biri oltinli rudaning moddiy tarkibidir.

Oltinli rudalarda uchraydigan va sianlash jarayoniga kuchli tasir qiladigan ko‘p sonli minerallar ichida temir, mis, surma, mishyak, margumush minerallari alohida o‘rin egallaydi. Rux, simob, qo‘rg‘oshin va boshqa minerallar sezilarli, nisbatan kamroq ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

Temir minerallari oltinli rudalarda ozmi-ko‘pmi miqdorda albatta uchraydi. Temirning gematit  $Fe_2O_3$ , magnetit  $Fe_3O_4$ , siderit  $Fe_2CO_3$  va boshqa oksidli minerallari sianli eritmalar bilan amalda ta‘sirlashmaydi va sianlashga salbiy ta‘sir ko‘rsatmaydi. Buning teskarisiga, sulfidli minerallari - pirit  $FeS_2$ , markaziy, pirrotin  $FeS$  ( $x=0-0,2$ ) va h.k. lar

sianlash jarayonida sezilarli o'zgarishlarga uchraydi va bu bilan bir qator ko'ngilsiz hodisalarni keltirib chiqaradi.

Bu minerallardagi o'zgarishlar sulfidlarning shaxsiy xususiyatlariga, ular zarrachalarning o'lchamiga va sianlash sharoitiga bog'liq.

Temirning sulfidli birikmalarining sianlashdagi o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, sianli eritmalar faqat sulfidlarning o'zi bilan emas, balki ularning oksidlangan mahsulotlari bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Oltinli rudaning tarkibiga kiruvchi temir sulfidining oksidlanish tezligiga qarab ular sekin va tez oksidlanuvchi kolchedanlarga bo'linadi. Birinchi turga piritning ko'p turini saqlovchi, ayniqsa zich yirik kristall tuzilishiga ega bo'lgan rudalar kiradi. Bu kolchedanlar juda kichik oksidlanish tezligiga ega bo'lib, texnologik operatsiyalar jarayonida deyarli o'zgarmaydi. Bunday turdagi rudalardan oltinni ajratib olish qiyinchilik tug'dirmaydi [12].

Ikkinchi turdagi rudalardagi temir sulfidlarining mayda zarrachali va g'ovak turlarini saqlovchi pirrotin va markazitlar kiradi. Tez oksidlanuvchi kolchedanlar yuqori oksidlanish tezligiga ega ekanligi bilan xarakterlanadi va rudani shuning uchun qazib olish, tashish, saqlash va ayniqsa yanchish va sianlash vaqtida sezilarli o'zgarishlarga uchraydi. Agar maxsus choralar ko'rilmasa bunday rudalarni qayta ishlash sianidning ko'plab sarflanishiga va oltin ajralishining pasayishiga olib keladi.

Namlik ishtirokida pirrotin markazit va piritning havo kislorodi ishtirokida yuzaki oksidlanishi sodir bo'ladi.

Hosil bo'lgan temirning chala oksidi (FeO) keyingi sulfat oksidigacha oksidlanishga uchratiladi.

Sulfat oksid gidrolizlanib, suvda erimaydigan asosli sulfat hosil qiladi va u keyinchalik temirli gidroksidga o'tadi.

Bu reaksiyalar rudani qazib olinayotgan vaqtdayoq boshlanadi va uni tashish va saqlash paytida davom etadi. Rudani suv va kislorod ishtirokida yanchishda sulfidli zarrachalarning yuzasi keskin oshgani uchun bu jarayonlarning tezligi juda oshib ketadi. Shuning uchun sianlashga kelib tushadigan ruda tarkibida dastlabki sulfidlar bilan bir katorada ularning parchalanish mahsulotlari oltingugurt Fe, Co, Fe (SO<sub>4</sub>) asosli sulfat va Fe(OH)<sub>3</sub> ni saqlaydi.

Sianlash jarayonida erkin holdagi oltingugurt sianid bilan ta'sirlashib rodanid hosil qiladi.

Oltingugurtning bir qismi tiosulfat hosil qilib oksidlanishi mumkin.

Temir sulfidlarining ishqoriy sianli eritmalarida oksidlanishi suvdagiga nisbatan jadalroq ketadi va sianid hamda kislorodning ko‘proq sarflanishi bilan kuzatiladi.

Bundan tashqari sulfidlar sianid va ishqor bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri birikishi mumkin.

Ko‘p sonli yonbosh reaksiyalarning ketishi natijasida tez oksidlanuvchi kolchedanlar sianlash bir qancha qiyinchiliklarga uchraydi, ularning asosiylari:

1. Sianli eritmalaridagi kislorod konsentratsiyasining keskin kamayib ketishi (2-3 mg/l, 7-8 mg/l o‘rniga) hamda ularda ishqoriy va ishqoriy-yer metallari sulfidlarining to‘planishi tufayli oltinning ajralishining kamayishi;

2. Sianidning foydasiz rodanidli va temir tarkibli tuzlarini xosil bo‘lishiga sarflanishini hisobiga sianid sarflanishi oshishi.

Bu qiyinchiliklarni yo‘qotish uchun sianlash amaliyotida quyidagi usullar qo‘llaniladi:

1. Sianlashdan oldin ruda ishqorli eritmada havoga to‘yintiriladi: shamollatish (aeratsiyalanadi).

2. Sianlash vaqtida jadal havoga to‘yintirish:

3. Sianlanayotgan bo‘tanaga glyot yoki qo‘rg‘oshinning eruvchi tuzlarini qo‘shish.

Birinchi usul shunga asoslanganki, sianid saqlanmaydigan ishqoriy eritmada havoga to‘yintirilganda temir sulfidlari  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  hosil qilib oksidlanadi:

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  sulfidli zarrachalarning yuzasida parda hosil qilib ma‘lum miqdorda bu sulfidlarning sianidlar bilan ta‘sirlashishini to‘xtadi.

Ikkinchi usul – sianlash vaqtida bo‘tanani jadal havoga to‘yintirishda eritmada kislorod konsentratsiyasining va oltin erish tezligining oshirishidan tashqari sianid sarfini kamaytiradi.

Uchinchi usul – tez oksidlanuvchi kolchedanlarni qo‘rg‘oshin birikmalari eruvchi sulfidlarini rodanid (CNS) birikmalarga o‘tkazish uchun ishlatiladi.

Mis minerallari oltinli rudalarda ozmi-ko‘pmi miqdorda uchrab turadi. Bu minerallar sianli eritmalar bilan ta‘sirlashib, misning kompleks sianli birikmalari hosil qilishi natijasida sianidning ko‘plab sarflanishiga sabab bo‘ladi. Misning deyarli hamma minerallari (Azurit, malaxit, kuprit, xalkozin va h.k.). Sianli eritmalariga tez va to‘liq eriydi. Xrizokolla va xalkopiritdagi bundan mustasno bo‘lib, sianidlar bilan kuchsizroq ta‘sirlashadi.

Misning oksidli birikmalarining (gidroksid, karbonat, sulfatli) sianli eritmalar bilan o'zaro ta'sirlashuvining o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, sianid ionlari hisobiga mis bir valentlikgacha qaytariladi va u disianid  $(CN)_2$  hosil qilib oksidlanadi.

Oddiy mis sianidi  $CuCN$  sianli eritmaning ortiqchasida oson eriydi. Disian esa gidroksil ionlari bilan ta'sirlashib sianid va sianat ionlari hosil qiladi.

Xalkozin sianli eritmalar bilan ta'sirlashganda oraliq mahsulot sifatida kovellin hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan kovellin erkin holdagi oltingugurt ajratib eriydi.

Erkin holdagi oltingugurt esa sianid ionlari ishtirokida rodanid-ion hosil qiladi.

Metall holdagi mis havoga to'yingan sianli eritmalarda nodir metallarga o'xshab eriydi.

**Sanoat sharoitida sianlash jarayoniga ta'sir qiladigan omillar.**

Sanoat sharoitida oltinni sinil tuzlarida eritish o'ta murakkab holatda kechadi. Tajribada qo'llangan oltin metali shakli faqat laboratoriya sharoitlaridagina bo'ladi. Real sharoitda ishlatiladigan sinil eritmaları toza bo'lmay, unda turli-tuman qo'shimchalar bo'lib, u reaksiyalarga katta ta'sir ko'rsatadi. Real sharoitda eritmada juda ko'p minerallar qatnashib, jarayonlarga o'z ta'sirini o'tkazadi. Lekin nima bo'lganda ham, ilmiy tajribalar erish jarayoni diffuziya jarayoni ekanligini tasdiqlaydi. Shu boisdan ilmiy tajribalarga asoslanib diffuziyani samarali borishi, oltin erish jarayonining samarali borishi deb qarash kerak.

Bunda erigan kislorodning diffuziyasining ishonchli borishini ta'minlash kerak. Eng omilkor sharoit uchun  $CN$  va  $O_2$  larning diffuziya tezligi barobar bo'lishi kerak.

Sinil  $CN$  konsentratsiyasini o'ta ortishi, erish jarayonini oshirmaydi. Tajribalar ko'rsatadiki kislorodning parsial bosimi 0,21 atm. bo'lganda, sinil eritmasining chegaralangan konsentratsiyasi 0,02-0,1% bo'lmog'i kerak. Bu kattaliklar oltin saralash fabrika va zavodlarining ko'rsatgichlariga mos keladi. Agar sinil eritmasining omilkor konsentratsiyasini ushlab oson bo'lsa, kislorod uchun bu ish murakkabdir. Tabiiy sharoitda, sanoatda ishlatiladigan ruda tarkibiga tez oksidlanadigan minerallar qatnashishi mumkin. Bu holda kislorodning anchagina qismi, yon-atrof reaksiyalarning borishiga befoyda sarf bo'lib ketadi. Agarda eritmani aralashtirish yetarli bo'lmasa, undagi kislorod, shu sharoitdagi harorat va parsial bosimga nisbatan oz miqdorda bo'ladi.

Oltin va kumushning sinil erimasida erish yo‘llarini bilib olgach, uning erish tezligi kinetikasini ham boshqarish mumkin. Shuni ham aytish kerakki, jarayon samarasini oshirishning asosiy yo‘llaridan biri, eritmada erigan kislorod konsentratsiyasini oshirishdir. Kislorodning erishi esa, eritma ustidagi parsial bosimga to‘g‘ri proporsional bo‘lganidan, eritmada ham sinil, ham oltin erish tezligini oshira borish kerakdir. I.N.Plaksin kabi olimlar tajribasi oltin erish tezligi sinil eritmasining yuqori konsentratsiyasida, kislorodning bosimi va erish tezligi osha boradi. Turli rudalar bilan olib borilgan tajribalar, kislorodning parsial bosimi oshirilganda, oltin erish tezligi ham osha borishini ko‘rsatdi. Izlanishlar shuni ko‘rsatdiki, harorat ortishi erish reaksiyalarining tezlashuviga olib keladi. Ammo harorat oshishi bilan ruda tarkibidagi boshqa minerallar ham erib, turli qiyinchiliklar tug‘diradi. Harorat oshganda gidroliz yuz beradi va chumoli kislotasi ajraladi:



Shu sababdan bu texnologiyaga asoslangan fabrikalarda haroratni uncha oshirmagan, qishda esa 15-20% atrofida olib borishga harakat qiladilar.

Diffuziya tezligi kimyoviy reaksiyalarning jadalligiga, mineral yuza qismi, diffuziya yuz beruvchi yuzaga bog‘lik bo‘ladi. Shuning uchun nodir metallar minerallarining kattaligi va yuzasi ularning erish jadalligini ko‘rsatadi. Mayda zarralarning solishtirma yuza maydoni, kattalarga nisbatan ko‘p va katta bo‘lgani uchun, ularning erish tezroq boradi. Yirik dona zarralarining to‘la erish muddati, mayda zarralariga qaraganda 3-4 barobar oshib ketishi mumkin. Bu yirik zarralarni sinil eritmalarida eritish jarayonidan voz kechishgacha olib kelishi mumkin. Oltin rudalarini tegirmonda yanchishda, tug‘ma metall zarralari o‘ta maydalanmaydi, shu boisdan sinillab eritishdan avval gravitatsiya, amalgamatsiya yo‘li bilan bu zarralar tutib qolinadi. O‘ta mayda 1-5 mkm. ruda zarralarini yanchib, minerallar yuzasini «ochish» ancha og‘ir ishdur. Bunday o‘ta mayda zarrali rudalarni yanchishda ko‘p elektr energiya sarf bo‘lishini hisobga olinsa, bunday rudalar qiyin boyitiluvchi beqaror rudalar tarkibiga kiradi. Solishtirma sirt yuzasi, bu minerallarning shakliga ham bog‘liqdir. Oltin shakli sinillab eritishga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta‘sir etadi. Bir xil o‘lcham, og‘irlikdagi tangacha shaklli yuzasi, kub shakl yuzasi, kub shaklidagi yuzadan, kub esa yassi-lappak shakl yuzadan kichikdir. Tanlab eritish paytida metall yuzasi, to‘xtovsiz kamayib boradi va uning erish tezligi vaqt birligida borgan sari kamayib boradi. Ba’zida mineral (metall) ruda tarkibida donadorligiga erish tezligi ham turlicha bo‘lishi mumkin.



Ruda zarralari tegirmonlarda suv bilan aralashtirilib yanchiladi. Hosil bo'lgan bo'tana qovushqoqligi (Q:S nisbati), uning diffuziya koeffitsiyentiga bog'liq. O'ta mayda mikron ruda zarralari loyqa (quyqa)ni hosil qiladi. Loyqa esa amorf shaklda bo'lib undagi oltin juda yomon eriydi.

Loyqalar ikki bosqichli bo'ladi. 1-bosqichdagi loyqalar kaolinlashgan  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  larga va ular loyli rudalarni hosil qiladilar. Loyqa bilan aralashgan oltin rudalarini yana biri ikkilamchi turigilli rudalardir. Bu rudalarda sariq rang ko'p bo'lib, u asosan temir III oksidi:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  holda bo'ladi. Qadimda bunday rudali joylarni gilli yoki jushli deyilgan. Masalan: Toshkent viloyatining Angren shahri yonida Qorabog'soy, Qorabog' qishlog'i yonida gilli - soy shu fikrimizga dalildir. Bu soyning tuprog'i asrlar bo'yi sariq tusli-jush bo'lib kelardi. U yerdan 1980 yillardan boshlab oltin rudasi yer osti usulida qazib olinib, Angren oltin saralash fabrikasida qayta ishlanadi. Qovushqoqligi katta bo'lganidan bu rudalardagi oltin erish tezligi sust boradi. Shu sababdan bunday bo'tanasini bir necha barobar suyultirilgan holda sinillab eritiladi. Bo'tanani suyultirish dastgohlar miqdori va hajmini oshirishga va reagentlarning ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi.

Bu rudalarda loyqa bo'lishligi keyingi jarayonlar: quyultirish, filtrlash ishlarini ham og'irlashtiradi. Shu sababdan loyqali rudalar qiyin boyitiladigan rudalarga kiradi. Oltinning eritmaga o'tishi shuningdek, ruda tarkibidagi nodir metallarning ligaturalik tarkibiga (qaysi shakli qancha miqdor, uning kimyoviy birikmalari, kabilar) va undagi elektr o'tkazuvchi minerallar borligiga ham bog'lik bo'ladi. Odatda sof tug'ma oltin, kumush hamrohi mis sinil eritmalarida yaxshi eriydi. Shu boisdan uning mavjud bo'lishi oltinni sinillab eritishda birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi.

Oltin eritishda katta qiyinchilik tug'diradigan yana bir qo'shimcha unsur, bu tellurdir. U oltinni erishini juda ham susaytirib yuboradi. Jarayonni faollashtirish uchun oltin rudasini mayda yanchib, eritmada ishqor konsentratsiyasini oshirishga to'g'ri keladi.

**Sizib o'tish usuli bilan sianlash.** Rudani sizdirib tanlab eritish nisbatan yirik yanchilib, o'zidan suyuq eritmani tez o'tkazib yuboradigan, oltin zarralariga sinil eritmasi borishiga imkon bera oladigan hollarda amalga oshiriladi. Bunday usul bir necha qatlam ruda tarkibidan eritmani sizdirib o'tkazish bilan amalga oshirishga imkon beradi. Sizdirib o'tkazib eritishda rudani tayyorlash katta ahamiyatga ega. Sizdirish tezligi sm/soatlar bilan o'lchanadi. Soatiga  $5\text{sm}^2$ . sizib o'tish yaxshi fursat

hisoblanadi. Sizdirib eritish tezligi umumiy holda quyidagi formula bilan o'lanadi (Darsi formulasi) [12].

$$g = \frac{K \cdot s \cdot p}{\mu \cdot h}$$

bunda:

$g$  - sizib o'tish tezligi;

$s$ - yuklash balandligi kesma yuzasi;

$K$ - ruda to'shami singdirish konstantasi;

$p$  – to'shamdan o'tish bosim o'zgarishi;

$\mu$ - eritma qovushqoqligi;

$h$ - yuklangan ruda balandligi.

bu yerda,  $K$ -materiallarning singdirish konstantasi o'zgaruvchan kattalik bo'lgani uchun bu formuladan foydalanishda qiyinchilik tug'diradi.

Eritma singib o'tishi uchun ayrim holda har bir bo'lakning singdirish kattaligi ham ahamiyatlidir (yoriqlar, kapilyar kanalchalar va h.k.). shu bilan birga har bir bo'laklarning o'zaro joylashuvi ham e'tiborga olinishi kerak. Chunki har bir zarraning o'zaro joylashuvi ham eritmaning sizib o'tishida ahamiyat kasb etadi. Ruda zarralari tangacha shaklda, kub, rombik shakllarda deb faraz qilinsa, ularning eritma o'tkaza oladigan g'ovak hajmlari turlicha bo'ladi. Agar kub shakldagi materiallarda 47,64 % hajm g'ovak bo'lsa, romb shakllarida bu hajm 25,96 % ni tashkil etadi. Tangacha shakldagi zarralarni a va b ko'rinishda joylashtirish ham mumkin.

Tangacha shakldagi zarralarni tayyorlash usullari.

a) ustma-ust tayyorlash;

b) zichlab tayyorlash.

Rudaning gidrofil yoki gidrofob sirt yuzasi ham rol o'ynaydi. Shu boisdan ayrim holda mineral sirtini yuvadigan gidrofilga aylantiradigan sirt faol reagentlar qullash ham zarur bo'ladi. Gidrofil qobiliyatli reagentlar sizib eritish jarayoniga ijobiy yordam beradi. Bu usuldagi tanlab eritish rudaning fizik – kimyoviy xossasi bilan birga undagi oraliq gazlarning eritmalarda erishiga ham bog'likdir. Kanal, kapilyar, yoriqlardagi gazlarning erishi, eritma sizishini ma'lum darajada tezlashtiruvchi omillardandir.

Sizdirib eritish (perkolyatsiya) sinil eritmalarining ruda tarkibidagi va erkin oltin bilan kontaktda bo'lib, uning eritmaga o'tishi va ruda balandligi bo'ylab pastga sizib o'tishiga asoslangan. Bu usulda maydalab

yanchilgan ruda tosh suzish uchun suzgi yotqizilgan changa joylashtirilib, unga sinil eritmasi beriladi. Eritma sizib, suzgidan o'tib, drenajli chuqurga oqib tushadi. Keyin chandagi ruda oldingi eritmadan suyuqroq konsentratsiyali eritma yuborib, so'ng esa suv bilan yuviladi. Oltinli eritma undagi metallni cho'ktirib olish uchun maxsus sexga yuboriladi. Oltindan holi bo'lgan ruda yoki qum channing tagligidagi maxsus lyukdan bo'shatilib, transportga yuklab tashlama joyga yuboriladi. Sizdirib eritish sodda va arzon usuldir. Unda oddiy dastgoh va uskunalar, kerak bo'lsa aralashtirgich mexanizmlar ishlatiladi.

Chanlar yog'och yoki yupqa po'lat tunukalardan yasaladi. Yog'och chanlar arzon va qulay, ammo ular uzoq ishlamaydi va tirqishlaridan eritma oqib ketish xavfi bor. Temir chanlar qalinligi 5-10 mm. Po'lat yassi tunukalardan yasaladi. O'rta korxonalarda chanlar hajmi 75-100 t. va yirik korxonalarda 800 t. qum sig'imli bo'ladi. Chuqurligi rudaning eritmani o'tkazish qobiliyatiga asosan tanlab olinadi. Chuqurligi 2,5-4 metrgacha olinadi. Ruda xossasiga asosan diametr shu xomashyoning eritmani o'tkazish, singdira olish qobiliyatiga asosan tanlanadi. Odatda chan tagligi filtrlovchi taglikdan iborat yotqizma bo'ladi. Bu taglik parallel yotqizilgan yog'och g'ola va to'sinlardan iborat bo'ladi. Bu taglikka perpendikulyar g'olalar o'rnatib, ustki to'sin yog'ochlar teriladi. Bu to'sinlarning diametri kichikroq, oraliqlari bir-biriga yaqin teriladi. To'sinlarning ustki qavatiga tiqilgan aylana shakldaki g'ovak to'shama holat yotqiziladi. Uning chekkalari, chan devorlariga zichlab yopishtiriladi. Ba'zida holat tagidagi to'sinlar o'rniga burg'ulab teshiklar teshilgan yog'ochlar o'rnatiladi. Ishlatib bo'lingan qum yoki rudani to'kish uchun, chan tagida bo'shatish lyuklari o'rnatiladi. Ularning qopqog'i cho'yandan bo'lib, ish paytida zich berkitib turadi. Eritmani chiqarish uchun filtr tagidan devorga tutashgan joyidan po'lat kranlar o'rnatiladi. Ularning diametri 25-75 mm bo'ladi. Chanlar tayanch to'sinlar ustiga qo'yiladi. To'sinlar og'ir yuk ko'tarishga mo'ljallangani uchun oralig'i 50 sm.dan o'rnatiladi. Bu to'sinlar o'z navbatida beton poydevor yoki temir poygohlarga mahkamlangan bo'ladi. Poygoh yoki poydevorlar balandligi chandagi xomashyoni ishlatib bo'lingach bo'shatilib, ko'priklarga yuklatishga mo'ljallab olinadi. Sizdirish tezligi zarralarning o'lchami, shakli, ularning bir xilliligi, yotqizish uslubi, hamda yuklash balandligi bo'yicha, bosim va harorat orqali belgilanadi. Xomashyoning mineralogik tarkibi ham sizish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Zarralar g'ovakligi ham sizish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababdan yirik donali xomashyo mayda donali xomashyodan ko'ra tez siqib o'tkazadi. Agar zarralar bir tur bo'lsa, sizish tezligi ildamliroq

bo'ladi. Eritma xomashyodan tezroq bo'shaydi. Eritmaning chan tubiga o'rnatilgan suzgi qatlamidan suzib o'tishi ham jarayonning samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Xomashyoda loyqa bo'lishi har qanday omilkor urinishlarda ham, oltinning erish tezligini susaytiradi. Loyqa ko'payib ketgan hollarda bu usul bilan eritish masalasi texnologiyadan olib quyulishgacha borib yetadi. Shu boisdan rudalardan turli usullarda masalan butana va boshqa idishlarda yuvib tozalash. Loyqasi olingan ruda g'ovak bo'lib, u changga tushirilganda uning oralig'idan sinil eritmasi yaxshi sizadi. Qum yoki ruda xomashyosi bilan to'ldirilganda butun hajm bo'ylab bir xil tekis taqsimlangan xomashyo samarali eriydi. Xom ashyoni yuklashda uni turli usulda yotqizish tayyorlab chiqish mumkin. To'kiluvchi xomashyolarni yuklashda lentali transportyorlardan foydalaniladi. Xomashyoni chandan bo'shatib olishda maxsus bo'shatgich aravachalardan foydalaniladi. Ular transportyor lentalarining ichki tomonidagi relslarga o'rnatilgan bo'ladi. Qumlarni suv bilan yanchishda va tasniflashda gidravlik transportlardan foydalaniladi. Tasniflash spiralli klassifikatorlardan olingan xomashyo suv bilan aralashgani uchun uni o'zi oqar usulda maxsus tarnovlar yordamida chanlarga yuklash mumkin.

Qumlar changi o'tirib cho'ksa, ortiqcha suvlar yon atrofidagi tarnovlardan oqib tushadi [12].

Xomashyo bilan to'lgan chan ichidagi namlik chan tagidagi suzgich yotqizmalardan o'tib, suvsizlantiriladi. Tanlab eritishga yuborilgan sinil eritmasi yuqoridan pastga qarab yoki pastdan yuqoriga, ayrim hollarda esa aralashtirishga yuborilishi mumkin. Yuklangan xomashyo tomonidan yutiladigan eritma miqdori quyidagi tenglama orqali topilishi mumkin. Ya'ni 1 tonna xomashyo uchun sarf bo'ladigan eritma miqdori:

$$Q = \frac{\theta}{(100 - \theta) \cdot D}$$

bunda:

D – zichlik;

$\theta$  -g'ovaklik, %.

Odatda sizdirib eritish uchun eritma kuchli konsentratsiyadan kuchsizga tomon porsiyalar bilan birin-ketin yuboriladi. Dastlabki kuchli konsentratsiyali eritmada 0,1-0,2% NaCN, keyingi o'rtachasida 0,05-0,08 % NaCN, va so'nggi kuchsiz eritmasida 0,03-0,05 % NaCN bo'ladi. Butun xomashyo bo'ylab eritma singib o'tish vaqti o'rtacha 1,5 soatni tashkil etadi. Eritma konsentratsiyasi va vaqti, bu yerdagi xomashyo turi, oltin miqdori, xomashyodagi qo'shimchalarga bog'liq tayyorlanadi. Chanlarga eritmalar porsiya bilan, aslida esa uzluksiz qo'yilishi kerak. Xomashyoni

tanlab eritish davriy (porsiyali) holda olib borilsa, eritma quyidagicha quyiladi. Birinchi gal, quruq xomashyoga nisbatan 25-50 % eritma qo'yiladi. Qum yoki boshqa xomashyo ustida eritma balandligi 50-70 mm. ga yetsa, eritmada xomashyo 6-24 soat davomida eritiladi. Bu vaqt davomida ko'pgina yoki barcha oltin miqdori eritmaga o'tadi. Agar eritish davomi uzoq cho'zilib ketsa, erigan kislorod kamayib ketishi mumkin. Omilkor eritish vaqti tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Eritma vaqti yetganda chan ichidan filtrga va undan drenaj hovuzchaga to'planib, oltinni cho'ktirib ajratib olishga yuboriladi. Asosiy eritma oqib bo'lgach, yuklangan xomashyo 6-12 soat shamollatiladi. Kuchli konsentratsiyali eritmadan so'ng, o'rta va undan keyin sust konsentratsiyali eritma quyiladi va oxiri suv bilan yuviladi. Yuvish uchun quyiladigan suv barcha mexanik yo'qolgan va tashlama to'plash (otvalga) ketgan suvdan oshib ketmasligi mumkin. Aks holda jarayonda eritma miqdori oshib ketadi. Ayrim holda vakuum suzgichli filtrlar ishlatiladi. Vakuum suzgichli filtrlar ishlatilsa, oltin ajratib olish jadallashadi. O'ta mayda zarralarni tanlab eritish jarayonlarida vakuum suzgichli filtrlar ishlatiladi. Ammo bu holda suzgi loyqa bilan to'yinib qoladi.

Sinil eritmasi bilan oltini eritilgan ashyo turli usullar bilan chan ichidan bo'shatib olinadi.

1. Qumni quritib tushirib olish;
2. Quritib mexanik usulda bo'shatib olish;
3. Gidravlik usulda bo'shatish.

**Aralashtirib sianlash.** Aralashtirib eritish, sizdirib eritishdan ko'ra samaralidir. Aralashtirib eritishdan oldin xomashyoni o'ta mayda qilib yanchiladi. Bundan tashqari suvsizlantirish masalasi-quyultirish va suzish (filtrlash) ga katta ahamiyat berishni talab qiladi. Tegirmondan suyuqlik va qattiq modda ( $S : Q = 5 : 1$ ) bo'lgani uchun uni to  $S : Q = 2 : 1$  gacha quyultirish talab qilinadi. Quyultirishni ba'zida tanlab eritishdan so'ng, suzishdan oldin o'tkaziladi. Ko'rinib turibdiki aralashtirish yo'li bilan eritganda, ko'p elektr energiya sarf bo'ladi [12].

Quyultirish yanchishdan keyingi jarayondir. Bunda yanchilgan xomashyo quyultirgich tagiga cho'ktiriladi va suyuq qismi «tindirilib» sliv sifatida yana tegirmonga ho'l holda yanchishga sarf bo'ladi. Ko'pincha quyultirgich tubiga cho'kkan moddada 50% suv bo'ladi. Demak,  $S : Q = 1 : 1$  bo'ladi.

Bo'tanadagi zarracha holdagi xomashyo ham o'lchamlari bilan bir-biridan katta farq qiladi. Masalan 0,1 mm. o'lchamdagiga nisbatan yirik zarrachalar bilan, 0,01 mm. o'lchamdan kichik zarrachalar ham ishtirok

etadi. Kattaroq zarrachalar tezroq cho'kadi, o'ta mayda zarrachalar esa uzoq muddat muallaq turadilar. Cho'kayotgan zarra avval tez harakat bilan tushadi keyinroq esa uning tushish, og'irlik kuchi bilan unga ko'tarish va ishqalanish kuchlari ta'sirida kuchlar tenglashib, u endi bir xil maromda tusha boshlaydi. Zarra erkin tushayotganda esa uning tezligi Stoks formulasi bilan topiladi. Ammo bu formula o'lchami 0,5 mm.da katta bo'lgan mineral zarrachalar uchun xosdir. O'ta mayda zarrachalar Broun harakati sababli uzoq vaqt muallaq qoladilar. Zarrachalarning muallaq holatini keltirib chiqaradigan hol – peptizatsiya deyiladi. Peptizatsiya boshqacha aytganda beqaror muallaqdir. Ko'pincha sulfid mayda zarralari beqaror muallaqlik markazi bo'lib maydonga keladi. Bu holda muallaq yurgan zarralarni bir-biriga ulaydigan «zanjir» -flokulyatsiyani yaratish uchun kerak bo'ladi. Ayrim sirt faol yoki reagentlar bu vazifani o'taydi. Ular flokulyantlar deb ataladi. Flokulyantlar quyultirishni tezlashtiradi. Ularning cho'kish tezligi – elektrolitlar, temperatura, kolloid qo'shimchalarga bog'liq bo'ladi. Bunday cho'kishni tezlashtiruvchi reagentlar sifatida koagulyantlar ishlatiladi. Koagulyator sifatida ohak qo'shiladi. U o'z navbatida himoya ishqori rolini o'taydi. Zarralarni cho'ktirishda shu xomashyoning mineralogik tarkibi ham katta rol o'ynaydi. Harorat ham zarrachalarning cho'kishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bo'tanani isitib, cho'kish samarasini 10-20 % ga ko'tarish mumkin. Ko'p yillik tajribalardan ma'lumki oltin rudalarining ishqoriy bo'tanalarini cho'ktirishda poliakrilamid (PAA) yaxshi samara bermoqda.

Poliakrilamid (PAA) erkin tushish zonasida bo'tanadagi barcha zarralarning cho'kishini tezlatadi. Bor yo'g'i 10 gr. PAA qo'shilsa 1 t. bo'tananing cho'kishi 2-4 barobar tezlashadi. 2-6 gr. PAA har bir tonna ruda uchun sarf bo'ladigan 2-3 kg. Ohakni tejaydi. Quyultirgich dastgohlarining mahsuldorligi ham 1,5-2 hissa ortadi. Quyultirgichning markaziy qismiga PAA yuklanishi kerak. Dastgoh ichidagi yaruslarga o'rnatilgan kurakchalar PAA ni butana bilan, uni bo'shatish teshigiga surib boradi, u yerdan esa bo'tana, qum nasoslari quyuglangan bo'tanani surib tortib ketadi. Tingan suyuq sliv, quyultirgichning gardishi bo'ylab o'rnatilgan tarnovga oqib tushadi. Undan maxsus suv to'plash temir beton hovuzlarga yig'iladi. Quyultirgichga berilayotgan bo'tana, oqib ketayotgan tingan sliv shunday moslanadiki, oqibatda tingan sliv toza tiniq bo'lishi shart. Bo'tana tinish jarayonida asosan 2 ta fazadan o'tadi:

- 1) eritmaning erkin tinish fazasi;
- 2) butananing zichlashib qolishi.

Agarda quyultirilayotgan xomashyoda loy va loyqa (il), bo'lsa jarayon o'ta murakkab yo'l bilan kechadi. Loyqalar eng tub joyga bir-biriga qotishmagan holda zichlashadi. Koagulyantlar yordamida loyqa ham cho'kishda tezlashib, umuman quyultirgich tubida  $S : K = 1 : 1$  nisbatda bo'ladi. Xullas, loyqa aralashgan bo'tanada cho'kish maromi4 zonaga bo'linadi. 1 –zona suvning tinishi, 2 –zona erkin tinib cho'kish, 3 –o'tish zonasi, 4 –siqilish va zichlanish zonasi. Shu to'rt zona hisobi bilan quyultirgich dastgohlarining balandligi aniqlanadi. Quyultirgich mahsuldorligi uning balandligi bilan emas, balki cho'kish tezligi va tindirish erkin yuza qismiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun hozirgi zamon quyultirgichlari nisbatan ancha baland bo'lmasada, keng erkin cho'ktirish, tindirish maydonchasiga egadir. Oltin saralash fabrikalarida bir yarusli kurakli to'xtovsiz ishlaydigan quyultirgichlar keng qo'llanilmoqda. Quyultirgichlar uncha baland bo'lmagan, turli diametrlardagi, tagi konussimon bo'lgan, qirg'oqlari bo'ylab to'g'ri burchakli tarnov o'rnatilgan silindr shakldagi yasama hovuzlardir. Quyultirgich markazida osma, vertikal o'q o'rnatilgan. O'q elektr motorli harakat mexanizmi yordamida aylanadi. Quyultiriladigan bo'tana val atrofida, markazda maxsus "stakan" simon chuqurga quyiladi. Quyultirgich tubidagi maxsus surgich kurakchalar yordamida, quyultirilgan bo'tana chiqarish teshigiga to'plab suriladi. Surgich kurakchalarning harakat tezligi 0,5 m/sek. dan oshmaydi. Quyultirgichlarda tindirish zonasi balandligi 0,8 m. dan oshmaydi surgich kuraklar zonasi 0,4 m. bo'ladi.

Quyultirgichdagi  $S : Q = 7 : 1$  xomashyo paytida bo'lsa, ish so'ngida u  $S:Q=1:1$  bo'lishi zarur. Eng katta mahsuldorlik va eng katta hajmdagi quyultirgichlarning, bo'tana yoki quyultirilgan materialni tayyorlovchi dastgohlar ko'pincha chetki qirralariga o'rnatilgan harakatlantiruvchi mexanizmlari bo'ladi. Ammo NKMK GMZ – 1 va GMZ – 2 da bunday quyultirgichlar, diametri 50 m bo'lishiga qaramay ularning aralashtirgich mexanizmlari markaziy harakatlantiruvchi mexanizmdan tuzilgan.

Quyultirgichlar loyihasi sodda, kam elektr energiyaqamiga xarj talab qiladigan dastgohlardandir. Kamchiligi ularning katta joy egallashi va beso'naqayligidir. Shu boisdan ko'p yarusli, katta mahsuldorga ega bo'lgan quyultirgichlar ahamiyat kasb etadi. Bunday ko'p yarusli quyultirgichlar kam maydon talab qiladi va shuning uchun uni sovuq iqlim sharoitida usti yopiq xonalar, saroylarda o'rnatish mumkin.

Bo'tanani aeratsiya qilish: Bo'tanada loyqa ko'p bo'lib, zarralar o'ta mayda bo'lsa kislorod erishi susaygan bo'ladi. Bundan tashqari mayda

zarrali sulfidlar oksidlanish xavfi bor. Ular kislorodni yutadi va jarayonni susaytiradi. Shu sababdan bo‘tanani uzluksiz ravishda to‘yingan kislorod bilan ta‘minlash katta ahamiyatga ega.

Sinil eritmalari konsentratsiyasi: Oltin loyqali bo‘tanadan mayda zarra holida bo‘ladi. Oltin aralashtirish usulida tez eriydi. Shu sababdan bunday bo‘tanalarda sinil eritma konsentratsiyasi sizdirib eritishdan ko‘ra ozroq, ya‘ni 0,03-0,1 % (NaCN bo‘yicha) bo‘lishi yetarlidir.

### *Suyuqlik va qattiqlik nisbati.*

Eritma qancha suyuq bo‘lsa, uning erishi shuncha sust bo‘ladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki,  $S : Q = 6 : 1$  bo‘lganda erish muddati  $\sim 60$  soat,  $S : Q = 1 : 1$  bo‘lganda esa 20 soat bo‘lar ekan. Kvars rudalarini tanlab eritishda, NKMK sharoitida  $S : Q = 1 : 1$  maqsadga muvofiq deb topildi va amalda shu sharoitda olib boriladi.

Oltinni eritishda bo‘tanani aralashtirish usullarining amaliyoti.

Tanlab eritish 2 usulda olib borilishi mumkin:

- 1) uzlukli, davriy eritish;
- 2) uzluksiz eritish usuli.

Eritishning davriy, uzlukli ravishda olib borishda bo‘tana davriy ravishda parallel ishlaydigan chanlarga haydaladi.

Eritib bo‘lgach, bo‘tana 2 –to‘plovchi idishlarga nasos bilan haydaladi. Bu yerda bo‘tana aralashtirilib, muallaq tutib turiladi. So‘ngra bo‘tana aralashtiriluvchi 3 –idishlarga o‘tkaziladi.

### **Uzluksiz aralashtirib eritish**

Bunday uzluksiz aralashtirib eritish quyidagi ijobiy natijalarni beradi:

1. Jarayonni tuliq avtomatlashtirish;
2. Kam ishchi kuchi talab qiladi;
3. Kichik diametrli quvurlar va dvigatellar ishlatiladi;
4. Chanlarni to‘liq ishlatish;
5. Oraliq bo‘tana ushlab turadigan chanlarning bo‘lmasligi.

Shu sababga ko‘ra, hozirgi zamon amaliyotida uzluksiz aralashtirib eritish usuli keng qo‘llaniladi [12].

Uzluksiz tanlab eritish:

1. Quyultirgich;
2. Aralashtirish chani;
3. Suzgich (filtr).

Sinillab eritish chan idishlari quyidagi turlarga bo‘linadi:



1. Mexanik aralashmali chan;
2. Pnevmatik aralashtirgichli chan;
3. Pnevмомexanik aralashtirgichli chan.

Hozirgi kunda oltin eritib olish fabrikalarida katta mahsuldor aralashtirgich dastgoh – pachuk ishlatilmoqda. Pachuk markazida aerolift yo‘li bilan aralashtirgich qurilmasidan iborat dastgohdir. Pachuk uzun bo‘yli, tagi konussimon tuzilgan silindr shakldagi idishdir. Uning diametri odatda bo‘yiga qaraganda 3 barobar qisqa bo‘ladi. Uning markazida ikki tomoni ochiq bo‘lgan aeroliftli metall quvur o‘rnatilgan bo‘ladi (1). Bu temir quvur ichiga ingichka va uzunligi, sirtgisiga qaraganda 1/2, 2/3 qismdan iborat boshqa quvur (nay) o‘rnatiladi. Bu ingichka nay orqali yuqori bosim ostida siqilgan havo yuboriladi.

Pachuk quyidagicha ishlaydi. Bo‘tana bilan to‘ldirilgan pachuk ichiga, ingichka po‘lat nay (2) orqali siqilgan havo haydaladi. Havo nay ichida 2 – quvur ichiga o‘tib, yuqoriga alohida havo pufaklari shaklida ko‘tariladi. Bu quvur aerolift quvuri deyiladi. Shu sababdan markaziy quvur (1) ichida bo‘tana bosimi pachuk ichidagi bosimga qaraganda kam bo‘ladi. Bosimi kam bo‘lgan bo‘tana, quvur ichidan ko‘tarilib, uning ustki qismidan ko‘tarilib to‘kilib tushadi. Bosimi ko‘p bo‘lgan bo‘tana, bosimi kam bo‘lgan quvur ichiga tagidan surilib kira boshlaydi. Shunday qilib pachuk ichida to‘xtovsiz bo‘tana oqimi paydo bo‘ladi. Bu dastgohlar sodda loyihasi bilan ajralib turadi. Bunda sinil eritmali bo‘tana aerolift yo‘li bilan intensiv ravishda aralashib turadi.

Bunday qurilmaning kamchiligi shuki, uni o‘rnatishga baland binolar kerak. Bundan tashqari pachuk ichida tezlik bilan aralashtirish to‘xtatilsa, uning tagiga loyqalar cho‘ka boshlaydi.

Pachuklarning texnik tavsifi 27-jadvalda berilgan; kafedrada pachuk turlarining loyihalari chizilgan ko‘rgazmalar mavjud:

### 27-jadval

#### Pachuklarning texnik tavsifi:

Pachuk o‘lchami, m		Metall qismlarining massasi t.	Sigimi m <sup>3</sup>	Havo sarf bo‘lishi m <sup>3</sup> /soat	Havo bosimi kg/sm <sup>2</sup>
Diametr	Balandlik				
3,0	9,0	7,3	50,9	1,4	1,4-2,1
3,6	10,8	9,1	84,9	2,1	1,4-2,1
4,5	13,5	13,6	155,6	2,8	2,1-2,8

Bunday pachuklar O‘zbekistonda va chet el oltin saralash fabrikalarida keng miqyosda ishlatilmoqda.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Sianlash jarayonining fizik-kimyoviy asoslari.
2. Sianlash jarayonining termodinamikasi.
3. Sianlash tezligiga ta'sir qiluvchi omillar.
4. Nodir metallarning sianli eritmada erishi.
5. Sizib o'tish usuli bilan sianlashning mohiyati.
6. Sizib o'tish usuli bilan sianlashning asosiy parametrlari.
7. Sizib o'tish usuli bilan sianlash uchun eritmaning konsentratsiyasi va vaqti.
8. Sizib o'tish usuli bilan sianlashning afzallik va kamchiliklari.
9. Aralashtirib sianlashning mohiyati.
10. Quyiltirish usullari.
11. Suyuqlik va qattiq nisbati.
12. Uzlüksiz aralashtirib eritish.

### **4.3. Sorbsiyali tanlab eritish jarayoni**

#### **Ion almashinuv qatronlarning xossalari**

Oltin va kumush pachuklarda bir necha soatlar davomida eritilgach, endi uni ajratib olish masalasi turadi.

Bu metallarni (Au va Ag) ni rux kukuni, alyuminiy kukuni, pista ko'mir yoki faollashtirilgan ko'mir, ion almashuvchi smolalar yordamida ajratib olinadi. Ekstraksiya usuli ham mavjud.

Bizning Vatanimizda ion almashuvchi qatronlar yordamida, bo'tana tarkibidan ajratib olish keng yo'lga quyilgan va amalda samarali qo'llanilmoqda. Shuning uchun biz avval qatronlar yordamida oltinni cho'ktirib ajratib (sorbsiya yo'li bilan) olishni ko'rib chiqaylik.

#### **Ionitlar yordamida oltin va kumushni cho'ktirib ajratish.**

Ionitlar deb, tarkibida ionogen gruppalari bo'lib, eritmalardan musbat yoki manfiy zaryadli ionlarni yuta oladigan, o'zi erimaydigan yuqori molekulali organik moddalarga aytiladi.

Juda ko'pgina tabiiy va sun'iy smolalar ionalmashuv xossalariga ega bo'ladi. Ammo amaldagi sintetik asosdagi smolalar – sintetik smolalar keng ko'lamda ishlatiladi.

Bu sohada ko'p ilmiy ishlar bajargan olim akademik B.N. Laskorinning ta'kidlashicha ionalmashuv smola ionitlari polimer molekula iplarining o'zaro o'ramidan iborat. Uglevodorod zanjirlari ko'ndalang bog'lamlı bo'lib, ko'prik hisoblanib, smola asosi (matritsani) tashkil etadi.

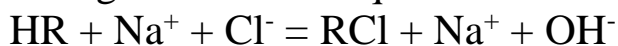
O‘z harakatchanligiga ko‘ra har ion, eritmadagi o‘z zaryadiga qarshi ion bilan almashuv reaksiyasiga kirishadi.

Ionit matritsasi manfiy zaryadli ionlari bilan – polianionni tashkil etadi va musbat zaryadlangan ionlari bilan – polikationni tashkil etadi.

Agar jiplashgan (fiksirovanniye) ionlar musbat zaryadli bo‘lsa, ionit kationlarni almashadi va kationitlar deyiladi; agarda jiplashgan ionlar musbat zaryadlangan bo‘lsa, ionit anionlarni almashadi va u anionit deb ataladi. Bu ionitlar elektrolitlar bilan (kontaklashganda) aralashganda, kationitlar eritmalaridagi o‘z zaryadlariga qarama-qarshi bo‘lgan vodorod ionlari bilan ekvivalent miqdorda ion almasha oladilar.



Xuddi shuning uchun anionlar elektrolit eritmaları bilan aralashganda, uning strukturasi kiruvchi gidroksil ionlari bilan, zaryadiga qarama-qarshi teng ekvivalent miqdorda anion almashadi.



Bu tenglamalarda R ionit markazini belgilaydi. U anionitlarda - polikationit, kationitlarda-polianionit hisoblanadi. (chiziqcha – ionit fazasini bildiradi). Ionalmashuv xossalari jiplashgan (fiksirovanniye) ionlar ta’sir ko‘rsatadi.

Masalan kationlarda:  $-CO_3^{2-}$ ;  $-COO^-$ ;  $-RO_3^-$ - $OH^-$ ;

Anionlarda:  $-NH_3^+$ ;  $=NH_2^+$ ;  $\equiv N^+$ ;  $\equiv C^+$

Ionitlar o‘zlaridagi ionogen gruppalarining dissotsiatsiya konstantasi bo‘yicha kuchli va kuchsiz kislotali kationlar va kuchli va kuchsiz asosli anionitlarga bo‘linadi. Masalan:  $-SO_3H$  yoki  $\equiv NOH$  kabi ionogen gruppalar suvli eritmalarda to‘liq dissotsiyalanadi.

Shu sababdan  $-SO_3H$  kationitlar kuchli kislotali,  $\equiv NOH$  anionitlar kuchli asosli ionitlarga kiradi.

Aksincha  $-COOH$  guruhli ionitlar kuchsiz kislotali kationitlarga va  $NH_3^+$  kuchsiz asosli anionit deyiladi. Kuchli kislotali va kuchli asosli ionitlar keng pH muhitida ion almashuv reaksiyalariga kirisha oladi. Kuchsiz kislotali kationitlar faqat ishqoriy va neytral sharoitda reaksiyaga moyil bo‘ladi. Kuchsiz asosli ionitlar – kislotali yoki neytral eritmalarda reaksiyaga kirisha oladi. Hozirgi kunda bir yo‘la bir qancha gruppani jamlagan va ular turli kimyoviy tabiatiga ega. Bunda ionitlar bir yoki polifunksional ionitlar deyiladi. Keyingi yillarda fizik g‘ovaklari yaqqol bo‘linib turgan ionitlar ishlab chiqarilmoqda. Bunday ionitlar makrog‘ovakli ionitlar deyiladi. Makrog‘ovakli ionitlar yuqori kinetik xarakterga egadir. Ionitlar faqat kislota yoki asos ko‘rinishidagina emas

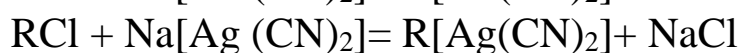
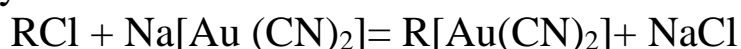
balki tuzlar holida ham ishlatiladi. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan kationlar, aks ionlar sifatida  $\text{NH}_3^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlarini, anionlar esa  $\text{Cl}^-$  va ahyon-ahyonda  $\text{OH}^-$  ionlarini o'zida tutadi. Ionitlarni o'ziga xos va eng zarur xossalaridan biri, ularning ion almashinuv hajmidir. Almashinuv hajmi deb havodagi quruq smolaning og'irlik birlikda sorbsiyalangan metall miqdoriga aytiladi, boshqacha so'z bilan quruq smolaning o'ziga oltin zarrasini yuta olish qobiliyatiga almashinuv hajmi deyiladi. Smola hajmi konkret sharoitida ko'pgina ko'rsatgichlarga bog'liq bo'ladi. Ko'pincha ionalmashuv smolalari stirol yoki divinilbenzol xomashyo monomerlaridan polimerlash reaksiyalari yordamida olinadi. Ionogen gruppadari xomashyo monomerlariga polimerlash oldidan yoki tayyor matritsaga kiritiladi.

Divinilbenzol ko'prik paydo qiluvchi rolini bajaradi. Shuning uchun uning ko'payishi bilan smolaning mustahkamligi oshib boradi. Ammo, uning oshishi bilan smolaning hajmi kamayadi.

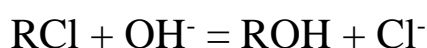
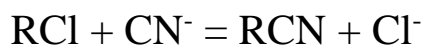
Bundan tashqari, tarkibida divinbenzol ko'paysa smolaning bo'kish xususiyati kamayadi, ya'ni eritmalarda ionitning hajmini ortish qobiliyati.

Bunday holda, eritmaning (elektrolitning) smola sig'mi kamayadi va oqibatda ionalmashuvining to'xtashiga olib keladi. Shuning uchun odatda ishlatiladigan smolalar tarkibida 6-12% divinilbenzol bo'ladi. Nodir metallar sinil eritmalarida kompleks anionlar sifatida ishtirok etadi. Demak, ularni ionitlar bilan sorbsiyalaganda anionitlar ishlatilishi kerak.

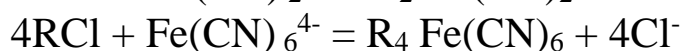
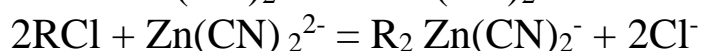
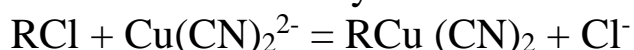
Nodir metallarning sinil eritmalaridan sorbsiyalanishi quyidagi reaksiyalar bilan ifodalash mumkin:



Oltin va kumush bilan bir qatorda ionitlarga sezilarli darajada sinil va gidroksidlar ioni ham sorbsiyalanadi.



Bundan tashqari sinil eritmasida erigan juda ko'p qo'shimcha element ionlari ham sorbsiyalanadi.



Mana shunday chet, yon atrofdagi reaksiyalar natijasida ionitlarning anion gruppalari qo'shimcha elementlar anionlari bilan birikib, ularning nodir metallar bo'yicha sorbsiyada ion yutish hajmi pasayib ketadi.

Shunga ko'ra toza eritmalarga qaraganda, ionitlarning sanoat eritmalaridan oltin va kumush ion almashuv ancha kam bo'ladi. Bu tabiiy hol.

Yaqin paytlarga qadar sinillash jarayonida kuchli asosli, tellurli strukturali, kuchli mexanik mustahkamligi bilan ajralib turadigan, yaxshi kinetik sorbsiyali

AM-2B smolasi ishlatiladi.

Uning kamchiligi nodir metallarga nisbatan yuqori selektivligi va regeneratsiya jarayonining murakkabligidir.

Hozirgi kunda kuchli selektivlik qobiliyatiga ega bo'lgan bir qancha ionitlar mavjud. AP-2, AM-2B shular jumlasidandir.

Ionlashuv ionitlarini uch xil yo'l bilan ishlatish mumkin:

- 1 Tindirilgan sinil eritmalaridan nodir metallarni sorbsiyalash;
- 2 Nodir metallarni smolalar yordamida tanlab eritgandan so'ng sorbsiyalash;
- 3 Nodir metallarni tanlab eritish davomida sorbsiyalash.

Birinchi usul oddiy va sodda. Tindirilgan sinil eritmalariga smola ionitlar ta'sir ettirib olinadi. Xuddi rux bilan cho'ktirishdagidek, bunda rux o'rniga smola ishlatiladi. Shu yo'sinda xomaki oltin metali olish jarayoni ham soddalashadi. Boshqalardan ko'ra bu usulda ionit smolalari ham sarflanadi.

Ikkinchi usulga ko'ra, sorbsiyaga tindirilgan eritma emas, balki agitator yoki pachuklarda tanlab eritilgan bo'tanaga ionit smolasi ta'sir ettiriladi.

Aralashtirish davomida nodir metallar bo'tanadan, smolaga sorbsiya yo'li bilan yutiladi. Sorbsiya tugatishi bilan oltinini olingan bo'tana tashlanma hovuz (otvallarga) yuboriladi.

Smolaning bo'tanadan ajratib olishda yanchilgan ruda va smola o'lchamlari farqi asosiy rol o'ynaydi. Masalan: smola yanchilgan ruda zarrasiga qaraganda bir necha barobar katta o'lchamga ega. Ionit 0,5-2,0 mm zarrachalar esa 0,074 mm ya'ni

$$e = (0,5-2,0):(0,074) = 7 : 27$$

baravar katta, demak ionit smolani bo'tanadan bimalol g'alvirlash yo'li bilan ajratish oson.

Shu sababdan smola ham bo'tanani maxsus turdan o'tkaziladi, elak tur o'lchami zarrachada katta va yangidan kichikroq yasalgan bo'ladi. Smolaning zarralari tur ustida (elak-to'r) tutilib qoladi.

Bo'tana esa turdan o'tib tashlama hovuzlarga o'tkaziladi. Shunday qilib, smolani oddiy g'alvirlash yo'li bilan bo'tanadan ajratilib, o'ta qimmatli jarayon suzish (filtrlashdan) voz kechiladi. Bo'tanada nodir

metallarni ajratib olishning asosiy maqsadi ham, ushbu bo‘tananing filtrlashdan ko‘ra, g‘alvirlashga almashtirishga asoslangan.

Uchinchi usulda tanlab eritish va sorbsiyalash bilan birga qo‘shib olib boriladi. Tanlab eritish paytida ionitlar, to‘g‘ridan-to‘g‘ri bo‘tanadagi oltin, kumush zarralari bilan kontaktda bo‘lishi kerak. Bu usulda ham, tanlab eritilgan bo‘tana suzish jarayonini chetlatib o‘tadi, bundan tashqari bu jarayon ancha qulayliklarga egadir. Bu ham sodda va dastgohlar tizimini «Kompakt» lashga imkon beradi. Jarayon avvalgilarga qaraganda tezkorlik bilan beradi. Bu usulda jarayonga xalaqit berib, uni to‘xtatib qo‘yadigan qo‘shimchalardan tozalashga ham imkon beradi. Hozir sorbsiya yo‘li bilan metall ajratib olish oltin saralash fabrikalari va uran sanoatida keng miqyosida qo‘llanilmoqda. Bu tajriba uran korxonalarida to‘planib, endi u oltin sanoatida ishlatilmoqda. Bu sohada I.N.Plaksin, B.N.Laskorin kabi olimlar ilmiy-tadqiqot institutlari ko‘p izlanishlar olib borganlar. Dastgohlar tizimi xilma-xil bo‘lishi mumkin. Uran korxonalaridagi tajribalar shuni ko‘rsatadiki, bir qancha dastgoh (pachuklar) tizimida qarama-qarshi oqim usulida bo‘tanani pnevmatik aralashtirish foydali ekan. Bunda tanlab eritish, ketma-ket ulangan pachuklar zanjirida olib boriladi.

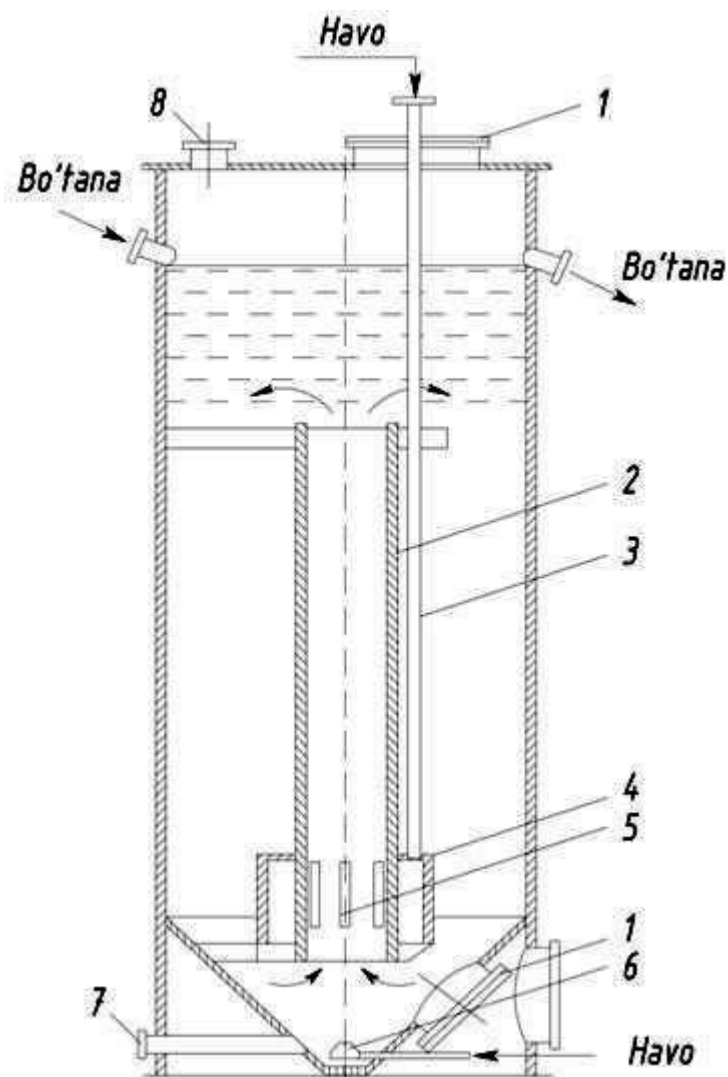
**Oltinni sorbsiyali tanlab eritish.** Sorbsiya yo‘li bilan tanlab eritiladigan bo‘tana birinchi pachukka yuklanadi va eng so‘nggi pachukdan tashqariga bo‘shatib olinadi. Toza sof ionit eng oxirgi reaktorga yuklanadi. Oltin (nodir metallar) bilan to‘yingan smola birinchi pachukdan (reaktor) bo‘shatiladi (chiqadi). Bir-birining oqimiga qarama-qarshi (protivotochnaya) yuborilgan bo‘tana va smola, o‘zaro yaxshi aralashib (to‘qnashib), smolaning nodir metallar bilan oz fursatda to‘yintiradi.

Tashlamaga ketadigan nodir metallar yo‘qolishi juda oz bo‘ladi. Quyidagi rasmda navbatdagi, sorbsiya yo‘li bilan eritishga mo‘ljallangan dastgoh ko‘rsatilgan.

Bu dastgoh oddiy aralashtirgich agitator asosida, pnevmatik yo‘l bilan bo‘tanani aralashtiruvchi pachuk yasalgan.

Bo‘tanani smola bilan aralashtiruvchi aerolift (havo yordamida ko‘tarib tushurib aralashtiruvchi lift demakdir). –1 dan iborat. Bo‘tanani keyingi pachukka aerolift – 2 amalga oshiradi. Ionitning bo‘tana bilan birga smola boshqa pachukka surilib ketmasligi uchun maxsus drenaj ko‘rinishdagi qurilma, burchak ostida o‘rnatilgan sim yoki polietilen turdan iborat. Turning oralig‘i ionitlardan kichik va bo‘tanadagi ruda zarralaridan katta bo‘ladi. To‘r –3 da ko‘rsatilgan. Bo‘tana sorbentlar bilan

birga aerolift orqali turdan o'tadi va u yerda o'rnatilgan tarnovcha – 4 ga beriladi. Bo'tana 4-karobka orqali keyingi pachukka beriladi.



**61-rasm. Sianlash pachugi**

Smola 3-to'rdan o'tmay, maxsus yo'lak bilan o'zi «oqib» oldingi pachukka tushadi.

Boshqa turdagi tanlab erituvchi pachuk loyihasi ko'rsatilgan. Bunda ham aralashtirish uchun –1 aerolift o'rnatilgan va 2 – aerolift yordamida bo'tana sorbentni burchak ostidagi 3-turga yuboriladi va keyinroq tarnov – 4 orqali keyingi pachukka tushadi. Sorbent esa turga tegib, qaytadan shu pachukning o'ziga qaytib tushadi. Smolani keyingi pachukka uzatish uchun aerolift – 5 o'rnatilgan. Ammo bu aerolift ishlaganda, smola bilan birga bo'tananing ma'lum bir qismi ham ko'tariladi. Uni ajratish uchun ionit bo'tana bilan keyingi pachukka haydaladi va undagi to'r orqali o'sha

pachukka tushadi. Sirkulyatsiyadagi bo'tana, to'r orqali o'tadi va asosiy oqim bilan orqaga qaytadi.

Ishqalanish kuchi va bir-biriga urilishi natijasida ionitlar asta-sekin yemirilib boradi. O'ta mayda zarrachaga aylangan ionitlar turlarning kataklaridan o'tib ketadilar va tashlama hovuzlarda yo'qoladi. Natijada qimmatbaho ionitlar sarf bo'lishi oshadi va nodir metallarning bir qismi nes-nobud yo'qoladi. Bu narsaning bo'lmasligi uchun ionit smolalar ma'lum qattiqlikka, mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. NKMK dagi zavodlarga ionitlar va sim to'rlar uzoq chet davlatlardan dollarlar va valyuta hisobiga keltiriladi. Masalan: ionitlar Xitoydan, Hindistondan keltirilsa, sim to'rlar Germaniyadan keltiriladi. O'zbekiston Respublikasining Andijon viloyati Andijonkabel OAJ chiqargan mis to'rlar hozir amaliy sinovdan o'tib yaxshi natijalar bermoqda. Ionit smolalar asosan pachuklardagi drenaj to'rlarga urilganda yemiriladilar. Shu boisdan bunday drenaj to'rlar kapron, polietilen kabi moddalarda tayyorlanmoqda. Smolani bo'tanadan ajratish uchun, umuman to'rlardan voz kechsa, ham bo'ladi. Chet el uran sanoatida smolani bo'tanadan tindirib, ajratib olinadi. Ammo, bu usulda quyuc bo'tanani qayta ishlash ancha og'ir kechadi. Sorbsiyali tanlab eritish jarayonining samaradorligi ma'lum darajada, smolaning nodir metallarni tuta olish hajmiga bog'liq. Agarda smolaning nodir metall bo'yicha hajm sig'imi katta bo'lsa, u qayta-qayta yuklanmaydi va yo'qolishi kamayadi. Shu bilan birga nodir metallarga to'yingan smola hajmi qisqaradi va bu bilan, uning keyingi jarayonda – regeneratsiyada kam ishlatilishi va yo'qotishning oldini olishga imkon beradi. Agar eritma suyuq fazada oltin va kumush konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, uning oltin va kumushga nisbatan hajmiy sig'imi shuncha katta bo'ladi. Shu boisdan to'yingan anionit regeneratsiyaga yuborilishidan oldin, u sinil eritmasi bilan kontaktda bo'lishi kerak, chunki suyuq faza yetarli darajada nodir metallar konsentratsiyasiga ega bo'ladi. Buni esa, sorbsiyagacha ionit qo'shilgunga qadar oltin va kumushli bo'tana maxsus pachuklarda sinil eritmasi bilan tanlab eritish uchun aralashtiriladi.

Sinil eritmasida kontaktda bo'lgan bo'tana oltin va kumushni sorbsiyagacha o'zida eritgan bo'ladi. Sorbsiya paytida esa erimay qolgan nodir metallarning erish jarayoni poyoniga yetadi.

Hozir O'zbekiston Respublikasining Navoiy Kon-Metallurgiya Kombinatida sorbsiyalash eritish jarayoni katta muvaaffaqiyat bilan ishlatilmoqda.



Bunday samarali texnologiyani qo'llash, oldingi sodda usullarda tanlab eritish katta qiyinchiliklar bilan borib, iqtisodiy samara bermaydi. Undagi murakkab quyultirish va suzish (filtrlash) jarayonlarida oltin 1gr/t miqdorida yo'qoladi.

Sorbsiyali tanlab eritish sxemasi quyidagicha bo'ladi.

Material 95% -0,074 mm gacha yanchilgan ruda bo'tanasi avval 3-4 pachukda ionitsiz sinil tuzida eritiladi. Bunda 30% dan 60 % gacha oltin eriydi. Sinilli bo'tana 4-pachukdan, kontankt chan orqali, shepalarni ajratish uchun elak-g'alvirga haydaladi. Undan keyin bo'tana sorbsiyali kalonnalarga yuboriladi. Sorbsiyali eritish bir-biriga ketma-ket ulangan pachuklarda eritiladi va pnevmatik usulda aralashtiriladi. Bunda har gal sim to'rlardan o'tkaziladi. Har bir pachukda bo'tana ikki soat davomida eritishda harakatda bo'ladi [12].

Har bir pachukning foydali hajmi 1,8-2,0 m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Bo'tana va smolaning pachuklardagi harakati qarama-qarshi oqim usulida bo'ladi. Asosiy kuchli anionit sifatida AM-2B smolasi ishlatiladi. Uning o'lchami +0,8 mm ga teng. Birdaniga anionit yuklash miqdori, pachuk hajmidan 0,4% qismini, (ya'ni har 1 m<sup>3</sup> bo'tanaga 4 l ionit qo'shiladi). Oltin olib bo'lingan bo'tana eng oxirgi pachukda tashlama hovuzlarga haydaladi (otvalga).

Oltin bilan to'yingan ionit pachuk sorbsiyasi boshida, turi 0,5 mm bo'lgan barabarli g'alvirga keyin turi 0,25 mm g'alvirga suv bilan yuvishga quyiladi. Oltin bilan to'yingan oltinli smola, yuvilib keyingi jarayonga yuboriladi. Bu jarayonda oltin ikki barobar tez eriydi. Tashlama bo'tanada oltin yo'qotilishi ikki barobar kamayadi. Ionitning tashlama bo'tana bilan yo'qolishi har 1t rudaga 2-6 gr dan oshmaydi. Oltinni ionitga o'tishi har 1t ionitga 8-25 kg Au ga to'g'ri keladi.

Oltin eritmaga 8-10 gr/ m<sup>3</sup> bo'lsa uning hajm sig'imi Au ga nisbatan 55% bo'ladi, oltin bo'tanada 1-2 gr/m<sup>3</sup> bo'lsa, ionitning oltin bo'yicha hajmi 15% bo'ladi.

Sorbsiyali texnologiyaning asosiy xususiyatlaridan biri, nodir metallarga to'yingan smolani qayta ishlashdir. Smolaning qiymati juda qattaligini hisobga olib, uni saqlash, qayta ishlatish zarur. Regeneratsiyani yaxshi olib borish kerak. Regeneratsiya deganda – oltin hisobiga to'yinish qobiliyati susaygan smolani qayta ishlab, yana avvalgi holiga qaytarib, uni jarayonda ishlatish tushuniladi. Yangi smola qo'shish miqdori, uning mexanik miqdoriga bog'liq bo'ladi. Eng soddasi oltinni sorbsiya qilib olgan smolani yoqib, kulini pechda eritib, undan oltin olish. Ammo, bu hol

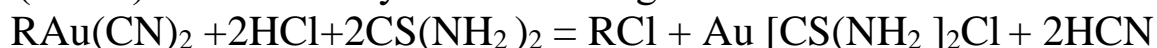
qimmat baho smolani yo'qotilishiga, jarayon tan narxini oshirishga olib keladi.

Bu jihatdan, nodir metallarga to'yingan smolada elyuirovaniya o'tkazib, uni qayta ishlatish lozim. Elyuirovaniya bu – smola tarkibiga sorbsiyalanib o'tgan nodir metalni olish uchun smolani maxsus eritmalar bilan qayta ishlash jarayoni.

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, to'yingan smolani elyuirovaniye qilish uchun, smolani (qatronni) eritishda – natriy xlor, ammoniy xlorid, ishqoriy metall karbonatlari, sinil tuzining kuchli eritmalarini qo'llash yaxshi samara bermadi. Qatron (smolani) qayta ishlab, undagi oltinni eritish uchun aseton, metall va etil spirtlari mineral kislotalardagi aralashmasi yaxshi samara berar ekan.

Ammo, hammadan ham avval, sorbsiyalarni qayta ishlashda, undagi metallni eritib olishda, tiomochevinaning xlorid kislotadagi eritmasi yaxshi natija berar ekan.  $[HCl + CS(NH_2)_2]$  va ammoniy rodanid tiomochevina eritmasidir.

$[NaOH + NH_4CNS]$ . Tiomochevina (tiokarbamid) desorbsiyasi shundan iboratki, bu modda oltin bilan mustahkam bog'langan oltin kation kompleks birikmasi hosil bo'ladi.  $Au[CS(NH_2)_2]_2^+$  buni ionalmashuv qatron (smola) tutib turolmaydi va u eritmaga o'tadi.



Ion almashuv  $Cl^-$  ion orqali bo'ladi va tiomochevina (tiokarbamid) yo'qolishi faqat mexanik yo'qolishdan iborat bo'ladi. Qatron (smola) bu holda xomashyo xlorid shakliga o'tadi. Omilkor tarkib tiomochevina eritmasida, tiomochevina 8-9% xlorid kislota 2-2,5% bo'lishi kerak. xlorid kislota o'rnida, sulfat kislota ishlatsa ham bo'ladi. Masalaning yana bir mohiyati shundaki, tiomochevina qatron tarkibidagi oltinnigina eritib oladi. Endi uning tarkibidan, kumush, mis, rux, qo'rg'oshin, surma, margumushni eritib chiqarish, qatronni avvalgi asli holiga qaytarish kerak. Qatron tarkibidagi qo'shimcha moddalarni eritib chiqarish uchun, xlor va sulfat kislotalar bilan rux, nikel, sianid ajratib olish mumkin. Ishqor NaOH esa rux, NaCN,  $NH_4CNS$ ,  $NH_4NO_3$  – eritmaları temir kabilarni desorbsiya qilishda ishlatiladi. Eng qiyin desorbsiya bo'ladigan modda temirdir.  $Fe(CN)_6^{4-}$  doimo sinil eritmalarida ishtirok etib, anionit bilan juda mustahkam birikma hosil qiladi. Bu modda juda og'ir elyuvirlash – erish jarayoniga uchraydi. Kislota muhitida, qatron fazasida, temirning erimaydigan berlin lazuri deb atalgan kompleks tuzi  $Fe_4 [Fe(CN)_6]_3$  yoki berlin yashili  $Fe_4 Fe_3 [Fe(CN)_6]_6$  (smolani bo'yab qo'yadi) va u ko'k yoki yashil rangga kiradi, bularning hammasi temirning desorbsiyalanishini

qiyinlashtiradi. Bunda temir kompleks tuzini eritadigan modda asosan ammoniy azot tuzi bo'radi. Qatronni desorbsiyalashning dastgohlar tizimi turlicha zanjirlar tizimidan iborat. Bu borada eng qulay keladigan desorbsiya kolonnasi 4-rasmdagidek bo'lishi kerak. Elyuvirlangan eritma pastdan beriladi. Oltin tarkibli eritma (regenerat) yoki qo'shimchalar (kolonkaning) tik quvurning ustidan olinadi. Eritma aksincha yuborilishi ham mumkin. Qatron qobiliyatini qayta tiklash (regeneratsiya) tik quvur orqali navbat-navbat bilan zaruriy eritmani berib turish mumkin.

Regeneratsiya jarayoni baland quvur dastgohda olib borilish mumkin. Erituvchi (elyuironvaniya) eritma dastgohning tagidan beriladi. Oltin eritgan eritma (regenerat) yoki qo'shimchalar, kolonkaning ustidan olib chiqiladi.

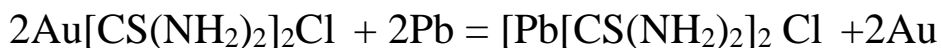
Qayta tiklash (regeneratsiya) tik quvur (kolonkaga) navbat bilan kerakli miqdordagi erituvchi eritmani yuborishni amalga oshiriladi. Bunda 1-oltin miqdori regeneratda, 2-oltinning regeneratga ajralib chiqishi, kolonkaga yuborilgan tiomochevina miqdoriga bog'liq bo'lishi ko'rsatilgan. Bu egri chiziqdan ko'rinib turibdiki erituvchi miqdori, to'yingan qatron hajmidan 20 barobar ko'p bo'lishi kerak ekan. Oltinning 70 % ga qadar qismi eritmaning avval boshdanoq berilgan

6-hajmidayoq desorbsiya bo'lar ekan. (desorbsiya qatron ichidagi oltinni regenerat, tiomochevinada eritib olish). Kolonkadan chiqqan regeneratni bir necha fazaga bo'lish mumkin. Oltiniga boy bo'lgan fraksiya undan oltinni cho'ktirish uchun, oltini kam bo'lgan qismi, qaytadan regeneratsiyaga, oltin eritishga yuboriladi. Ajralib chiqqan sinil kislotasi maxsus kolonkalarda, ishqoriy eritmalar yordamida tutib olinadi.

Bu ko'rib chiqilgan regeneratsiya usuli davriydir. Ammo, hozirgi amaliyotda uzluksiz regeneratsiya usuli ishlatiladi.

To'yingan qatron kalonna yuqorisidan, eritmaning harakatiga qarshi yuboriladi. Qatron ko'taruvchi aerolift bilan yuqoriga olib chiqiladi va 4-g'alvirda tutib qolib, keyingi kalonkaga o'tadi. Eng oxirgi kalonkadan chiqqan qatron sorbsiya usulida tanlab eritish uchun yuboriladi. Toza erituvchi eritma oxirgi kolonkaga berilib, birinchi kolonkadan esa tovar mahsulot-regenerat olinadi. Har bir kolonkada eritma pastdan-yuqoriga tomon harakatda bo'radi. Qarshi oqimli harakat qilgan qatron barcha sorbsiyalangan metallni eritib konsentrlangan tovar regenerat olishga imkon beradi. Qatron regeneratsiyasi davomida tovar regenerat tarkibidan oltinning 1-2 g/l konsentrati olish mumkin. Bunday eritmadagi oltin qo'rg'oshin kukuni yoki elektroliz bilan cho'ktirib olish mumkin. 1-usul shundan iboratki, metall qo'rg'oshin oltinni tiomochevinali eritmadan

siqib chiqarish yoki boshqacha aytganda sementatsiya yo‘li bilan qaytariladi.



bu reaksiya oddiy sharoitda, uy harorati sharoitida tez amalga oshadi. Qo‘rg‘oshin har 1g Au uchun 10 g sarf bo‘ladi. Oltinli cho‘kmada 8-10% Au bo‘ladi. Eritmadagi oltinning 98-99% olinishi mumkin. Sementatsiya yo‘li bilan olingan cho‘kmani kupelyatsiya bilan mufel pechlarida eritiladi. Oltindan holi bo‘lib, tiomochevina va kislota bilan kuchaytirilgach yana qatronning yangi porsiyalarini eritib,elyuvirlash uchun qayta ishlatish mumkin. Ammo, bu eritmani takror-takror ishlatish oqibatida unda qo‘rg‘oshin ko‘p to‘planadi. Qo‘rg‘oshin smolaga sorbsiyalanib, uni nodir metall bo‘yicha hajmini kamaytiradi. Bu esa bu usulning asosiy kamchiligidir.

## QO‘SHIMCHA MA‘LUMOTLAR

**Oltinni elektroliz usuli bilan ajratib olish.** Oltinning cho‘ktrishning ikkinchi usuli elektroliz usuli bilan oltinni eritmasi anod bilan cho‘ktirishdir. Anodlar grafitdan tayyorlanadi, katodlar esa titan yoki zanglamas po‘latdan tayyorlanadi, tovar regenerat elektrolit vazifasini bajaradi. Elektroliz jarayonini 25-30 a/m<sup>2</sup> tok zichligida olib boriladi. Vannadagi kuchlanish 1V ga yaqin.

Elektroliz davomida sezilarli darajada tiomochevinaning anodda oksidlanishi kuchayadi. Natijada bu qimmatli reagentning sarf qiymati oshib ketadi. Bundan tashqari hosil bo‘lgan elementar oltingugurt katod cho‘kmasida mexanik aralashib qolib, oltin cho‘kmaning katod oltinning sifatini buzadi. Bu holni bartaraf etish uchun katod atrofini, anoddan g‘ovak to‘siq bilan, yoki yaxshisi ionit membrana bilan to‘sgan yaxshi bo‘ladi. (membrana ionalmashuvchi qatronlardan yasalgan yupqa pardadir). Kation pardalar faqat kationlarnigina o‘tkazadi, anionlarni esa anionlarga o‘tkazadi. Elektroliz muddati 24 soat bo‘lganda oltining 98% qismi eritmaga 60% ortig‘i cho‘kadi.

Ishlatib bo‘lingan elektrolit tiomochevina bilan kuchaytiriladi va oltinni desorbsiyalashga yuboriladi.

Sementatsiya va elektroliz usulida oltinni cho‘ktirish bir nechta kamchiliklarga ega:

- 1) jarayon uzoq davom etadi;
- 2) Elyuvirlash (erituvchi) eritmasi, to‘yingan qatronga qaraganda 20 barobar ortiq bo‘lishi kerak;

3) Dastgohlar ma'nosida jarayon uncha ixcham emas.

Elektr-elyuvirlash usuli yuqoridagi kamchiliklardan holidir. Bu usul bir dastgohda ionitdan oltin va kumushni desorbsiyalab, uni katodda metall holida ajratib olishga imkon beradi.

Nodir metallar va qo'shimcha metallarning ionitlardan bunday ajratib olinishi, ionitning tarkibini nodir metallar ajratish hajmi, qobiliyatini, kinematik xususiyatini har bir regeneratsiya davriy davomida tiklab, qayta ishlatishga imkon beradi.

Elektrolizyordagi ionitni muallaq holatda tutib turish va ajralib chiqishi mumkin bo'lgan sinil kislotasini uzluksiz haydash uchun, elektrolizyor orqali surilgan havo yuboriladi. Katodda o'tirgan oltin zarralari ionitlar zarbasidan shikastlanmasligi uchun, katod suzgi mato bilan g'alvirlab quyiladi. O'zgarmas tok ta'siridan, smoladan yuvilgan oltin va kumush 60-90% li nodir metallar cho'kmasining asosiy qo'shimcha aralashmasi, tiomochevinadan katod atrofida oksidlangan elementar oltingugurtdir. Anod va katod tevarak atrofini ionitli (membrana) parda bilan to'sib qo'yish natijasida bir muncha toza cho'kindi olsa bo'ladi.

Elektr-elyuvirlash jarayoni 3-24 soat davom etadi, tok zichligi 10-20 a/m<sup>2</sup>, vannadagi tok kuchlanishi 1-1,5 V.ga teng. Ionit smolasidan oltinni ajratib olish (ajralishi) –97-99% ni tashkil etadi. Ishlatib bo'lingan elektrolit ya'ni kislota konsentratsiyalash bilan boyitilib, keyingi ionit to'yinmalaridan oltinni ajratib olish uchun takror ishlatiladi. Regeneratsiyalangan (qayta tiklangan, tozalangan) smola sorbsiyaga takror ishlatish uchun jo'natiladi.

Ajralib chiqayotgan sinil kislota, ishqor bilan to'ldirilgan kislotali yutgichlarga, damlangan havo bilan haydab turiladi. Hosil bo'lgan sinil eritmasi xom-ashyoni tanlab eritish uchun ishlatilishi mumkin.

Elektr-elyuvirlash usuli ixchamligi, nisbatan boy katod cho'kma olish mumkinligi bois usul boshqa usullarga qaraganda ko'p ishlatiladi. Navoiy kon metallurgiya zavodlarida ham shu usul qo'llanilmoqda.

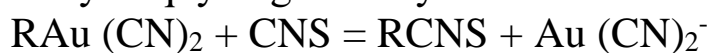
Bu regeneratsiya usuli bilan anionit AP-2, AM-2B kabilarni tozalash amalda ishlatilmoqda. Bu sxema bo'yicha sinil, rux Ni bo'lsa sulfat+azot kislotalari bilan; Au, Ag va Cu tiomochevinaning HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da eritmasi bilan temirni ammoniyli, azotning ishqoriy eritmalari bilan desorbsiyalash ishlari ko'rsatilgan. Elyuvirlash eritmasi 50-55°C gacha isitiladi, bu haroratda eritma hajmi bir xil bo'lib saqlanib, ionitlar «bag'ri» dagi metallarning barchasi to'la yulib olib chiqishga yaxshi imkon yaratadi. Regeneratsiya natijasida to'yingan anionitdan 98% Au,

97% Ag, 91% Cu, 97% Zn, 96,7 % Ni, 75-80 % Fe kabi va agar bor bo'lsa Pt, Os, Ir, Ta kabi metallarni ajratib olishga imkon beradi.

Nodir metallar va qo'shimcha metallarning ionitlardan bunday ajratib olinishi, ionitning tarkibini nodir metallari ajratishlik hajmiy "qobiliyat"ini, kinematik xususiyatini har bir regeneratsiya davriy davomida tiklab, qayta ishlatishga imkon yaratadi.

Yuqorida aytilgan usullarning hammasi tiomochevinaning nordon eritmalarida ionit (smola) qatronini regeneratsiya qilishga asoslangan. Yana bir usuli, bu rodanid ammoniy tuzi eritmalarida oltinga to'yingan ionit qatroni elektrolizlab, qatronni regeneratsiya qilish. Eritma tarkibida (0,1 n. NaOH + NH<sub>4</sub>CNS) bo'ladi.

Jarayon quyidagi reaksiya bilan kechadi.



Ammoniy rodanid tuzi eritmasida regeneratsiyalashning samaraliroq usuli ham yuqorida aytilganidek elektroelyuvirlashdir. Buning ya'ni rodanid ammoniy tuzining, tiomochevinadan afzalligi shuki, unda barcha metallardan batamom tozalab, yuvib, qatronni jarayonga qaytarishdir. Ammo, CSN<sup>-</sup> ionining, qatron ionini zaryadlashga kuchi sust bo'lganidan u ko'p sarf-xarajat bo'ladi. Bu hol uni keng ko'lamda qo'llanishiga imkon bermaydi. Ko'rinib turibdiki, ionalmashuv qatronlarini qo'llash, sinillab oltin eritish jarayonida, qiyin boyitiluvchi, qiyin quyuglanuvchi va og'ir suziladigan bo'tanalardan yaxshi samara berar ekan. Oltin-kvars rudalarini sinillab eritib oltin olishda ionalmashuv qatronlarini qo'llash Navoiy kon-metallurgiya kombinati amaliyotida katta samara bilan amalga oshirilmoqda. Sorbsiyali texnologiya hozir, avvalgi ma'lum an'anadagi usullardan quyidagi ko'rsatkichlari bilan samarali va yuqoriroqdir:

1. Tanlab eritilgan bo'tanani quyultirish va suzishdan chetlab o'tadi. Bu bilan katta kapital va ekspluatatsiya chiqishlarini iqtisod etadi;

2. Ergan va erimagan, yuvilib bo'lmagan nodir metallar yo'qotishni cheklash hisobiga, ularni ajratib olish samarasini oshiradi;

3. Nodir metallar tezroq eriydi va ishlatiladigan dastgohlar hajmi kamayadi.

4. Regeneratsiya jarayonida xomaki tovar mahsuloti olishga ham imkon beradi.

O'ziga yarasha nuqson kamchiliklari:

1) qatron va elyuvirli eritmalarining o'ta qimmatli bo'lishi;

2) Sorbsiya usuli, xom-ashyodagi begona qo'shimchalar sifat va miqdoriga sezuvchandir.

Bu muammolarning tinmay idrok etish va ijobiy yechimini topish hisobiga Navoiy kon-metallurgiya kombinatida Navoiy, Zarafshon va Uchquduq shaharlarida joylashgan gidrometallurgiya zavodlari muvaffaqiyatli ishlamoqda.

### **Oltin eritilgan eritmalarni chiqitlardan tozalash, tindirish**

Tanlab eritish natijasida eritma hamda chiqitlardan iborat bo'tana hosil bo'ladi. Sorbsiyali tanlab eritishdan farqli o'laroq, avvalgi, yoki boshqacha aytganda klassik texnologiyalarga asosan oltinli eritmani tashlamadan ajratish oltinli eritmani chiqit tashlamadan ajratish uchun tindirish va suzish (filtrlash) zarur bo'ladi.

Nodir metallar erigan bo'tanani aralashtirib, dekantatsiyalash uchun maxsus chanlarga haydab, uni tindirishga quyiladi. Qattiq va solishtirma og'irligi katta zarrachalar idish tubiga cho'ka boshlaydi, tingan eritma esa, sifon qurilmasi (surib oluvchi) orqali qattiq bo'tana-cho'kma ustidan boshqa idishga surib olinadi. Chan tubiga cho'kkan bo'tanada hali eritma ko'p, u  $S : Q = 1:1$  bo'ladi. Bu eritmalarni ajratish uchun cho'kkan bo'tanaga ozroq sinil eritmasi qo'shib aralashtiriladi. Bu ish barcha erigan oltinni yuvib olguncha davom ettiriladi. Oltiniga boy bo'lgan eritma uni cho'kmaga tushirish uchun jo'natiladi. Ikkinchi, uchinchi yuvishdan chiqqan oltiniga kamyob eritmalar, keyingi yuvish ishlarida qaytadan ishlatishga yuboriladi. Shu yo'sinda qayta-qayta, qarama-qarshi oqim sifatida ishlatilgan eritmaning hajmini saqlagan holda oltiniga boy eritmalar hosil qiladi. Bu ko'rib chiqilgan usul davriy bo'lib, ko'p mehnat talab qiladi. Hozirgi kunda bunday usul ishlab chiqarish xom-ashyosi kam, tarkibida oltin ko'p bo'lgan kichik korxonalarda ishlatilishi mumkin. Ba'zida aralashtirish va aralashtirib, so'ng dekantatsiya qilish bir dastgohning o'zida olib borish mumkin. Bu usulni ishlatishda Angren va Chodak oltin saralash fabrikalari misol bo'lishi mumkin.

### **Teskari oqim usulida uzluksiz dekantatsiyalash**

Agarda, ruda tarkibida loyqali material bo'lmasa bu usulni nisbatan kattaroq korxonalarda ishlatish mumkin. Bunda tanlab eritilgan bo'tana, bir-necha agitatorlarda aralashtirilib, bir-necha quyultirgichlarda tindirilib dekantatsiyalanadi. So'nggi quyultirgichdagi, dekantatsiyalanib cho'kkan cho'kma tashlama chiqit hisoblanib, tashlama joylarga tashlanadi. Toza suv shu eng so'nggi quyultirgichga quyiladi. So'nggi quyultirgichdan oldingi, quyultirgich slivi birin-ketin o'zidan oldingi orqali, yanchish tegirmoniga quyiladi. Yanchish tegirmonidagi bo'tana birinchi

quyultirgichga, birinchi quyultirgichdagi sliv eritmadagi oltin cho'kmaga tushirishga yuboriladi.

Quyultirgichlarda bo'tanani tezroq samarali cho'ktirish uchun, hozir poliakrilamid PAA kabi flokulyantlar ishlatiladi. Bu usuldagi tindirish AQSHning Karlin, Avstraliyaning Molinye shaharlarida ishlatilmoqda. Ko'p qavatli aralastirgich obkashlari (yaruslar) quyultirgichlar ham ishlatilmoqda. Meksikaning Teyoltita, AQSHning Tetgen fabrikasida uch yarusli, Ruminiyada esa besh yarusli quyultirgichlar ishlatilmoqda.

### **Suzish usullari**

Gidrometallurgiya jarayonida, qattiq fazadan, suyuq fazani g'ovak metallar yordamida, yoki boshqa metallar yordamida ajratish suzish-filtrlash deyiladi. Bu usul suzish dastgohlarida amalga oshiriladi.

Bunda suyuq va quyuyq fazalar bir-biridan mato orqali, vakuum-surgich bilan ta'minlangan qurilma bilan ajratilgan. Vakuum-surgichlar orqali, eritma qurilma ichiga g'ovak mato g'ovak to'rlaridan o'tadi, qattiq kek deb ataluvchi qismi mato sirtida o'tolmay yopishib qoladi. Shunday yo'l bilan bo'tana suyuq filtrat va quyuyq kek matolariga ayriladi. Suzish dastgohlarining ba'zilar davriy, ba'zilar uzluksiz ishlaydi.

Birinchi turdagi suzish dastgohlari qo'zgalmas bo'lib, ikkinchi turdagi dastgohlarning ishchi qismlari uzluksiz harakatda bo'ladi. Birinchi tur suzgichlarning barcha maydonlarida jarayon bir xil kechadi. Ya'ni bo'tana berish, kekni yuvish, filtratni dastgohdan olib chiqish. Uzluksiz ishlaydigan suzish dastgohlarining ayrim ishchi qismlari bo'tanani qabul qilsa, boshqa qismi suyuqlikni so'radi. Yana bir qismi esa qopishgan cho'kma-kekni "puflab" bo'shatadi va keyingi vazifani bajarishga o'tadi. Suzish jarayoni gidrodinamik jarayondir. Suzish tezligi suzish to'sig'ining ikki yonidagi bosimlar ayirmasiga to'g'ri proporsional va suyuqlikka ko'rsatilayotgan qarshilikka teskari proporsional.

#### *Suzish dastgohlari*

Hozirgi kunda sanoat miqyosida ishlatilayotgan suzish uchun mo'ljallangan dastgohlarining turlari ko'p va xilma-xildir.

Bunday dastgohlarni shartli ravishda quyidagi turlarga bulish mumkin:

1. Bo'tana ustunining gidrodinamik bosimi bilan ishlaydigan suzgichlar;
2. Vakuum suzgichlar;



3. Suzishga mo'ljallangan bo'tananing ortiqcha bosimi hisobiga ishlovchi suzgichlar.

Gidrodinamik kuch hisobiga ishlaydigan birinchi turdagi suzgichlar hisobda bo'lib, u asosan eritmani so'nggi tindirish jarayoni uchun foydalaniladi. Ularning eng soddalaridan biri, suzishga imkon beradigan tubli idishdir (chan). Bunday suzish tubidagi qum iflolsansa, chiqitlarga to'lsa, uni almashtiriladi. Bu dastgoh qo'l kuchi ham talab qiladi.

Vakuum – suzgichlar: ularning davriy va uzluksiz ishlaydigan turlari mavjud. Davriy ravishda ishlaydigan vakuum suzgichlaridan biri nutch-filtrlardir. Uning tagi yassi bo'lib, vakuum orqali havo so'riladi. Taglik ostida to'siq orqali surish vakuum o'rnatilgan. Bu dastgohning suzish yuzi tagligi  $1\text{m}^2$  dan  $6\text{m}^2$  ga yetadi. Cho'kmaning qalinligi 50-100 mm bo'ladi. Ishchi vakuum 500-700 mm simob ustuniga teng. Ko'pincha bunday chanlar ag'darilma usulda ishlaydi va bu bilan uni bo'shatish osonlashadi. Bu suzgichlar ishlatishda oson bo'lganligi uchun ko'pgina korxonalarda qo'llaniladi. Uning kamchiligi oz mahsuldorligi va qo'l bilan bo'shatilishga ham o'rin borligida. Ramli vakuum suzgilar hozir ham oltin saralash fabrikalarida ishlatilmoqda. Bu suzgilar bir nechta suzish matoga o'ralgan. Ramlarning yonma-yon quyilishida changa o'rnatilgan bo'ladi. Bu suzgi temir naylari yumshoq rezina nay orqali vakuumga ulangan. Ustki temir naylar orqali suzilgan filtrat surib olinadi. Ramlar tortilgan suzish matolariga o'ralgan. Ramalar soni 24 ta dona bo'lib, piramidasimon taglik ustida o'rnatilganlar. Ramli vakuum suzgichlar 2-5 soatcha bo'ladi. Cho'kma keklarda qolgan namlik 25-35%, mahsuldorligi  $3,0 \div 1,5$  m. Rama yuzasi 1,5 – 3,5 t quruq mahsulotga teng.  $1\text{m}^2$  yuzasidan 0,7 – 0,4 t mahsulot olinadi (kek).

Uzluksiz ishlaydigan vakuum suzgilar: bu filtrlarning turlariga barabanli suzgi filtrlar kiradi.

Barabanli suzgilar:

A) ustki yuzada suzish

B) suzish yuzasida ichki qismida bo'ladi.

G) diskli vakuum suzgich.

Bunda barcha jarayonni avtomatlashtirish mumkin. Bu suzgi barabani minutiga 3-12 marta aylanadi.

Yuzada cho'kkan cho'kmadan iborat. Aylanayotgan baraban orqali suzgi eritma suriladi. Eritmasi surilgach, baraban aylanish borasida cho'kma yuvishga va quritilish zonasiga o'tadi. Qurigan cho'kma tushiriladi. Vakuum-suzgichlarda 1-2 ta resiver o'rnatiladi. Bu resiverlar

orqali vakuum-nasos moslangan quvur-naylar orqali taqsimlovchi qurilmaga bog'langan.

Filtrat eritma va yuvish suvlari resiverda to'planib, markazdan qochma nasoslar orqali chiqarilib yuboriladi. Bunday barabanli vakuum-suzgichlarni unumdorligi suzilishga berilgan mineral zarralarning fizik-kimyoviy xususiyati va o'lchamlariga bog'liqdir. Bo'tana  $S : Q = 1,5 : 1$  bo'lib. Sutkasiga  $1 \text{ t/m}^2$  dan oshmaydi.

Diskli vakuum-suzgichlar odatda keng ko'lamda ishlatiladi.

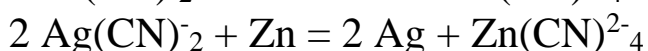
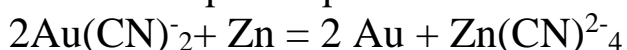
Bunday dastgohlar ixcham, ishlatilishda qulay, ular tagligidagi idish bir-ikki bo'linga bo'linib, har bir bo'limidagi suzish uskunalari har xil ashyo bo'tanalarini suzish mumkin. Shu boisdan kek chanlarda repulpatiyalanadi (ya'ni bo'tana yumshatiladi). Buning uchun kek maxsus chanlarda suv yoki maxsus eritma bilan yuviladi aralashtiriladi.

### **Nodir metallarni sinil eritmalarida cho'ktirib ajratib olish.**

Oltin va kumush sinil eritmalaridan ajratib olishning quyidagi usullari qo'llanilishi mumkin: rux alyuminiy, ion almashuvchi qatronlar, pista ko'mir va faollashtirilgan ko'mir hamda ekstraksiyalanadi.

Oltin va kumushni sinil eritmalarida rux kukuni yordamida cho'ktirish nazariyasi rus olimlaridan I.N.Plaksin, I.A.Suvorovskiy, O.K.Budnikov, I.A.Kakovskiy va boshqa chet elliklar tomonidan talqin etilgan.

Potensiallar faolligi qatorida rux potentsiali oltin va kumushga qaraganda manfiyroq, shu sababdan rux metali eritmalaridan oltin va kumushni oson siqib chiqaradi.



Bunda (A) reaksiyaning tezligi konstantasi  $1,0 \cdot 10^{23}$  ga teng va (B) reaksiya konstantasi  $1,4 \cdot 10^{23}$  ga tengdir. Ko'rinib turibdiki oltin va kumush rux kukuni yordamida termodinamik nuqtaiy nazaridan to'liq cho'kmaga o'tadi.

Kuchli qaytaruvchi rux, suv molekulasini parchalab qaytarib, vodorod ajratib chiqarishi mumkin:



bunday eritmalarda ma'lum miqdorda erigan kislorod bo'ladi. Kislorod yuqori oksidlovchi bo'lgani uchun rux bilan qaytariladi va gidroksil ionlarini hosil qiladi:



Shu sababdan bundan – sementatsiya yo‘li bilan cho‘ktirishda rux metallining bir qismi befoyda sarf bo‘ladi:



Nazariy jihatdan reaksiya (A) ga ko‘ra 1g, Au uchun 0,19 g Zn sarf bo‘ladi. Amalda esa 10 barobar ortiqdir.

Hozirgi zamon nazariyasiga ko‘ra bu usul elektrokimyoviy jarayondir. Uning ishi galvanik element ishiga qiyoslanadi.

Nodir metallarni cho‘ktirishning samarali borishi uchun quyidagi amallarni bajarish kerak bo‘ladi:

1. Eritmani dastlab deaeratsiyalash;
2. Sirti faollashgan rux kukunini qo‘llash;
3. Ruxni qo‘rg‘oshinlash;
4. Sinil va ishqorning omilkor konsentratsiyali bo‘lishi;
5. Jarayonni tindirib olib borish.

### **Rux bilan cho‘ktirish amaliyoti**

Oltin saralash fabrikalarida ruxning ikki turi ishlatiladi:

1. rux qipig‘i;
2. rux kukuni.

har ikki turi ishlatilganida ham nodir metallarni cho‘ktirish oldidan, bo‘tanaga dastlabki ishlov berish jarayoni bajarilishi kerak, bu jarayon tindirishdir.

### **Sinil eritmalarini tindirish**

Cho‘ktirish oldidan eritma tiniq bo‘lishi kerak, aks holda rux, oltin va kumush zarrachalari ustiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri kontaktda bula olmaydi. Shu sababdan eritma ichida muallaq holda suzib yuruvchi zarralar bo‘lmasligi kerak. Quyultirgich va suzgichlardan o‘tgan oltin tarkibli eritma maxsus idishlarda tindiriladi. Eritmalarni tindirish uchun qumli, ramali, vakuumli, ramali press filtrlar, qopli va boshqa suzish qurilmalari qo‘llaniladi.

Oltin va kumushni cho‘ktirishda ruxni qipiq shaklda ishlatishning quyidagi kamchiliklari mavjud:

1. qipiqni o‘sha joyda tayyorlash va uning ko‘p sarflanishi;
2. oltinni to‘la cho‘ktira olmaslik;
3. sinil eritmalarining ko‘p sarflanishi;
4. cho‘kmaning toza bo‘lmasligi;
5. ko‘p joyni egallashi;
6. oltining ma‘lum qismi oqim aylanma harakatda yurishi.

Shu kamchiliklarga ko'ra ruxni qipiq shaklda qo'llash usuli chegaralangan.

Hozir bu usul jahonda ko'pgina zavodlarda qo'llanilmoqda. Shu jumladan oltinni rux kukuni bilan cho'ktirish O'zbekistonning Namangan viloyati, Chodak oltin fabrikasida qo'llaniladi. Buning uchun o'ta tindirilgan eritma deaeratsiyalanadi. Rux kukuni ma'lum miqdorda me'yor bilan uzluksiz to'kilib aralashtiriladi. So'ngra cho'kma suzib, oltinsiz eritmadan ajraladi. Suzish uchun vakuum ramli, filtr-press, qopsimon yoki simli filtrlarda ishlatish mumkin.

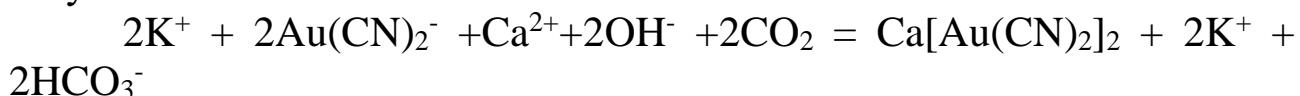
Bu usulda ishlatilgan rux kukuni, toza nav 95-97% Zn bo'lgan kukundan foydalanish zarurdir. Unda yirik uvoqlari bo'lmasligi lozim. O'lchami -0,105 mm. bo'lgan kukun miqdori 95% dan kam bo'lmasligi kerak. Rux kukuni tez oksidlanishi tufayli uni germetik berk idishlarda tashib, saqlanadi. O'zining ulkan sirt yuzasiga ega bo'lgan rux kukuni oltinni tez va to'liq qaytarib, cho'ktira oladi. Rux kukuni har 1 t. eritma uchun, oltin konsentratsiyasiga qarab 15÷50 g. gacha sarf bo'ladi. Rux kukuni rux, qipig'iga qaraganda bir necha afzalliklarga ega:

1. kukun, qipiqdan ko'ra arzon;
2. kukun, qipiqdan kam sarf bo'ladi;
3. oltin to'laroq cho'kmaga tushadi;
4. sinil kamroq sarflanadi;
5. aylanma oltin va rux kamayadi;
6. cho'kma sifati yaxshiroq;
7. dastgohlar ixchamroq;
8. mexanizatsiya va avtomatlash mumkin.

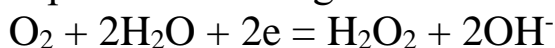
### **Pista ko'mir va faollashtirilgan ko'mirlar yordamida cho'ktirish.**

Pista ko'mir va faollashtirilgan ko'mir oltinni sinil eritmalaridan adsorbsiyalab «shimib» oladi. Ko'pgina ilmiy tadqiqotlar olib borilganiga qaramay, ko'mir yordamida oltin cho'ktirilib olish nazariyasi hali to'la ishlab chiqilgani yo'q.

Oltinning ko'mir-uglerod bilan adsorbsiyalanishi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



A.N.Franken esa bu jarayonni elektrokimyoy nuqtayi nazari bilan tushuntiradi. Bu nazariya bo'yicha nazariya ko'mirda qaytariladi va unda vodorod peroksidi bilan gidroksil ionlari hosil bo'ladi:



Ko‘mir musbat zaryadga ega bo‘lib u o‘ziga manfiy ionli oltin kompleks anionlarini o‘ziga sorbsiyalaydi.

Faollashtirilgan va pista ko‘mirning oltin sorbsiya sanoatida keng ko‘lamda ishlatilmasligining asosiy sababi, ularning oltin singdirib olish hajm qobiliyatining pastligidadir. Masalan 1 t ko‘mir faqat 5-15 kg oltinni sorbsiyalashi mumkin xolos. Bundan tashqari ko‘mirlar fizik nuqtayi nazaridan mo‘rt va yemiriluvchandir. 1t ruda qayta ishlanganda 200 kg ko‘mir nobud bo‘ladi.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Sorbsiyali tanlab eritish jarayoni mohiyati.
2. Ionitlar yordamida oltinni cho‘ktirib ajratish.
3. Ionitlar yordamida kumushni cho‘ktirib ajratish.
4. Ion almashinuv smolalari xossalari.
5. Oltinni sianli eritmada sorbsiya usulida ajratishning mohiyati.
6. Oltinni sianli eritmada ion almashgich smolalarga sorbsiyalash usullari.
7. Sorbsion tanlab eritish parametrlari.
8. Sorbsion tanlab eritishda qo‘llaniladigan dastgohlar.
9. Elektroliz usuli bilan oltin ajratib olish.
10. Davriy dekantatsiya.
11. Ters oqim usulida uzluksiz dekantatsiyalash. bilasizmi?
12. Suzish dastgohlari haqida tushuntirib bering?
13. Uzluksiz ishlaydigan vakuum suzgilar.
14. Bo‘tana ustunining gidrodinamik bosimi bilan ishlaydigan suzgilar.

## V BOB. MAGNIT USULIDA BOYITISH

### 5.1. Magnit usulida boyitish

Magnit usulida boyitishning mohiyati shundan iboratki, ruda zarrachalariga magnit va mexanik kuchlar bilan ta'sir qilinganda, har xil magnit xossasiga ega bo'lgan zarrachalar har xil harakatlanish trayektoriyalariga ega bo'ladi.

O'zlarining trayektoriyalari bo'ylab harakatlanib, magnit va nomagnit zarrachalar magnit maydonidan alohida mahsulotlar holida chiqib, bu mahsulotlar bir-biridan faqat magnit xossasi bilangina emas, balki o'zining moddiy tarkibi bilan ham farq qiladi [1].

Magnit usulida boyitish qora va rangli metallar rudalarini boyitishda, magnitli og'irlashtirgichlarni regeneratsiyalashda, turli xil materiallardan temirni yo'qotishda qo'llaniladi.

Ruda zarrachalarini magnit xossalari qarambar ajratish sodir bo'ladigan mashinalar magnit separatorlari deb ataladi.

Separatorning ishchi zonasi deb ataluvchi zonasida magnitli ajratish olib borish uchun kuchlanganligi har xil nuqtalarda har xil bo'lgan magnit maydoni hosil qilish kerak.

Bunday magnit maydoni bir jinsli bo'lmagan maydon deyiladi.

Magnit usulida boyitish uchun faqat magnitli zarrachaga ta'sir qiluvchi magnit kuchlarini hosil qiluvchi bir jinsli bo'lmagan magnit maydoni ishlatiladi. Undan tashqari magnit maydoni yetarli darajadagi kuchlanganlikka ega bo'lishi kerak. Ruda zarrachalarining magnitlanish qobiliyatiga qarab ularning ajralishi kuchli va kuchsiz magnit maydonlarida olib boriladi.

**Magnit maydoni va uning xossalari.** Magnit maydoni materiyaning maxsus shakli bo'lib, fazoda ma'lum turdagi kuch tarzida namoyon bo'ladi va bu kuchlar o'zlarining magnitlangan jismlarga ko'rsatiladigan ta'siri bilan bir-biridan farq qiladi.

Bu kuchlarning magnitlangan jismlarga ta'siri bu jismlarda tez harakatlanuvchi ichki molekulyar elektr zaryadlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Magnit maydoni kuch chiziqlari holida ifodalaniib, ularning umumiy soni magnit oqimi  $F$  deb ataladi. Magnit oqimining o'lchov birligi SI sistemasida Veber ( $Vb$ ).

Magnit maydonining asosiy xarakteristikasi - magnit induksiyasi  $V$  hisoblanib, u son jihatdan  $1 \text{ sm}^2$  yuzani kesib o'tuvchi kuch chiziq lari soniga teng. Magnit induksiyasining o'lchov birligi tesla (Tl).

Magnit maydonidagi magnitlangan jismning xarakteristikasi sifatida magnit momenti ishlatiladi, u son jihatdan 1 Tl induksiyali magnit maydonida, jism tomonidan his qilingan (seziladigan) mexanik momentga teng.

Magnitlanganlik - magnit maydonining yana bir muhim xossasi, o'lchov birligi A/m.

Magnit maydoni kuchlanganlik bilan harakaterlanadi. Musbat magnit massasi birligiga berilgan nuqtada ta'sir qiluvchi kuch magnit maydonining kuchlanganligi deyiladi [11].

Magnitlanish intensivligining magnit maydoni kuchlanganligiga nisbati jismning hajmiy magnitlanishga moyilligi deyiladi.

Agar hajmiy magnitlanishga moyillikni massa birligiga nisbatini olsak, u solishtirma magnitlanishga moyillik deyiladi.

Solishtirma magnitlanishga moyillik minerallarning magnit xossalarini xarakterlaydi. U minerallarning tashqi maydon ta'sirida o'zining magnit momentini o'zgartira olish qobiliyatini ko'rsatadi.

Bir jansli bo'lmagan magnit maydoni maydon gardishini, ya'ni fazoda kuchlanganlik tezligining o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Maydon gradiyentini shu nuqtadagi kuchlanganlikka ko'paytmasi magnit kuchi deyiladi.

Maydonning istalgan nuqtasidagi kuchlanganligi kattalik va yo'nalish bo'yicha bir xil bo'lgan magnit maydonlari bir jinsli magnit maydoni deyiladi.

### **Nazorat uchun savollar.**

1. Magnit usulida boyitishning nazariy asoslari.
2. Magnit maydoni va uning xossalari haqida tushuntirib bering?
3. Magnit momenti bilasizmi?
4. Magnit usulida qanaqa minerallar boyitiladi?

## **5.2. Mineral zarrachalarning magnit xossalariga qarab klassifikatsiyalanishi**

Hamma jismlar o'zining magnit xossalariga qarab diamagnit, paramagnit va ferromagnit minerallarga bo'linadi.

Diamagnit minerallar manfiy magnitlanishga moyilikka ega va bir jinsli bo'lmagan magnit maydonidan itariladi. (mis, alyuminiy, vismut, surma).

Paramagnit minerallar odatdagi sharoitda musbat magnitlanishga moyillikka ega va kuchli tashqi magnit maydoni ta'sirida ular magnitlanadi va magnit maydoniga tortiladi.

Ferromagnit moddalarning magnitlanishga moyilligi paramagnitlarnikiga nisbatan ancha katta va ularni magnitlash uchun nisbatan kuchsiz magnit maydoni talab qilinadi. (temir, nikel, kobalt). FeO, FeS.

Boyitishda mineral zarrachalar solishtirma magnitlanishga moyillikning kattaligiga qarab klassifikatsiyalanadi va u bo'yicha hamma minerallar 3 ta guruhga bo'linadi [1].

**Ferromagnit minerallar.** Kuchli magnitli minerallar, ular  $X > 300 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$  ga teng magnitlanishga moyillikka ega. Bu minerallarga magnetit, gematit, pirrotin va boshqalar kiradi, ular ferromagnit minerallar hisoblanib, ularni ajratish uchun magnit maydonining kuchlanganligi kichik (70-120 k A/m) separator ishlatiladi.

**Paramagnit minerallar.** Kuchsiz magnitli minerallarning magnitlanishga moyilligi  $X = 10 \cdot 10^{-3} - 600 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$  orasida. Minerallarning bu guruhi paramagnit minerallarga mansub bo'lib, ularga hamma marganesli minerallar, temir oksidlari, titan, volfram va boshqa minerallar kiradi. Bu minerallarning magnit fraksiyasiga ajratish uchun separatorlarning magnit maydonining kuchlanganligi 480-1600 kN/m atrofida bo'lishi kerak.

**Diamagnit minerallar.,** ularga  $X < 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$  dan kichik paramagnit minerallar va hamma diamagnit minerallar kiradi. Minerallarning bu guruhi magnit fraksiyaga xatto kuchli maydonli separatorlarda ham ajralmaydi.

Magnit separatorlari bir-biridan magnit sistemasining tuzilishi, magnit maydoni ta'sir etuvchi zona, ajralish mahsulotlarini qabul qiluvchi vannaning tuzilishi, magnit fraksiyani ishchi zona bo'ylab harakatlantiruvchi ishchi organining tuzilishi bilan farq qiladi [2].

Magnit maydonining kuchlanganligi va kuchiga qarab, separatorlar ikki guruhga bo'linadi:

1. Kuchlanganligi 80-120 kA/m bo'lgan kuchsiz magnit maydonli separatorlar. Bu separatorlar kuchli magnitli minerallarni ajratishga mo'ljallangan. Bunday maydonlarni hosil qilish uchun ochiq magnitli



sistema ishlatilib, ularda maydonning har xil jinsliliigi turli ishorali bir nechta qutblarni almashtirib, galma-gal ulab hosil qilinadi.

Bu guruhdagi separatorlar magnetitli rudalarni boyitishda va og'ir suyuqliklarda boyitishda, ferromagnitli suspenziyani regeneratsiyalashda ishlatiladi.

2. Magnit maydonining kuchlanganligi 800-1600 kA/m bo'lgan kuchli magnit maydoniga ega separatorlar. Ular ruda tarkibidagi kuchsiz magnitli minerallarni ajratishga mo'ljallangan. Bunday kuchli magnit maydonini faqat yopiq magnitli sistemani qo'llab hosil qilish mumkin.

Boyitilish usuliga qarab, bu guruhning separatorlari ikki turga bo'linadi: quruq boyitish uchun (muhit sifatida havo) va ho'l usulda boyituvchi separatorlar (muhit sifatida suv).

Rudaning harakatlanish yo'nalishi va boyitish mahsulotlarini ishchi zonadan chiqarish usuliga qarab, ho'l usulda boyituvchi separatorlar quyidagilarga bo'linadi:

(to'g'ri) oqib o'tuvchi vannali separatorlar, ularda dastlabki ruda va nomagnit minerallar bitta yo'nalishda harakatlanadi; magnit va nomagnit mahsulotlar yo'nalishlari orasidagi burchak  $< 90^{\circ}$ .

Qarama-qarshi oqimli vannali separatorlar - ularda ruda va nomagnit minerallar bitta yo'nalishda harakatlansa, magnitli mahsulot qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Yo'nalishlar orasidagi burchak  $> 90^{\circ}$ .

Yarim qarama-qarshi oqimli vannali separatorlar-ular mahsulot bo'tana shaklida pastdan bosim ostida beriladi, magnit va nomagnit minerallar bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi, yo'nalishlar orasidagi burchak  $> 90^{\circ}$ .

Magnitli mahsulotni chiqarib oluvchi moslamanning tuzilishiga qarab barabanli, valli, disk (gardish)li va rolikli separatorlar mavjud. Separatorlar ikki turda tayyorlanadi: elektromagnitli (E) va doimiy magnitli (P). Quyidagi turlarda ishlab chiqariladi: ho'l separatsiyalash uchun barabanli (BM), quruq separatsiyalash uchun barabanli (BS); ho'l separatsiyalash uchun valli (VM); quruq separatsiyalash uchun valli (VS); quruq separatsiyalash uchun diskli (DS) va h.k.

Yordamchi asbob-uskuna sifatida boyitish fabrikalarida rudani magnitlash va magnitsizlantirish uchun uskunalari va magnitli gidroseparatorlar ishlatiladi.

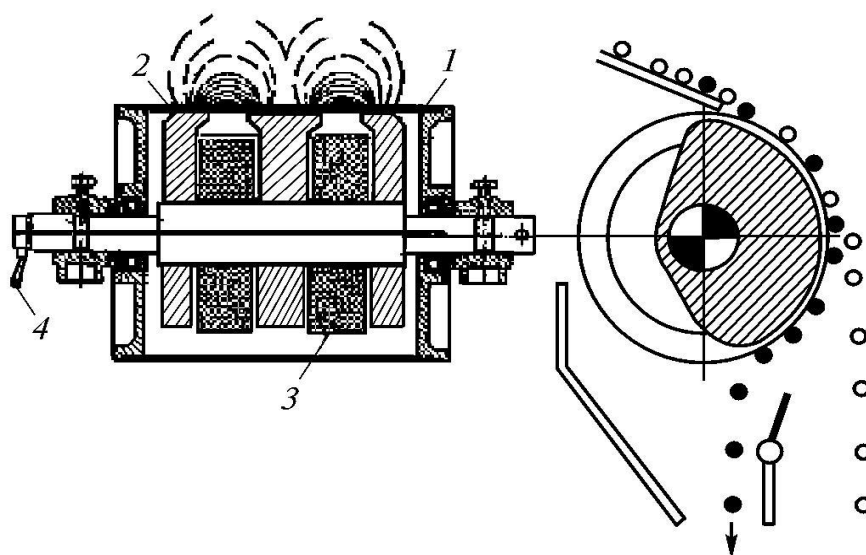
## **Nazorat uchun savollar**

1. Minerallarning magnit xossalari va ularning klassifikatsiyasi.

2. Diamagnit minerallar haqida tushuntirib bering?
3. Paramagnit minerallar haqida tushuntirib bering?
4. Ferromagnit minerallar haqida tushuntirib bering?

### 5.3. Magnit separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari

**Kuchli magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar.** O'lchami 70 dan 150 mm gacha bo'lgan magnitli rudalarni quruq boyitish uchun elektromagnit sistemali barabanli separatorlar, 40 mm gacha o'lchamdagi rudalarni boyitish uchun esa doimiy magnitli barabanli separatorlarni ishlatish mumkin. (62-rasm)



**62-rasm.** Bir barabanli separatorning sxemasi

- 1 – aylanuvchi baraban; 2 – magnitning qo'zg'almas qutblari;  
3 – elektromagnit g'altaklari; 4 – tok berish.

Magnit sistema o'qqa qo'zg'almas qilib o'rnatilgan. Magnit qutblari baraban o'qi bo'yilib almashadi. Sistema atrofida shu o'qning o'zida nomagnit materialdan tayyorlangan baraban aylanadi. Baraban yuzasi uni ishqalanishdan asrash uchun rezina bilan qoplangan [11].

Dastlabki ruda titrama tarnov orqali barabanga beriladi. Baraban yuzasiga tortilgan magnitli zarrachalar magnit ustidan o'tadi va magnit ta'siri tamom bo'lgan zonada baraban yuzasidan uzilib tushadi. Nomagnit zarrachalar separatorning magnit maydoni bilan ta'sirlashmaydi,

barabandan parabolik trayektoriya bo‘ylab tushirib olinadi. Barabanning ostiga magnit va nomagnit mahsulotni qabul qilish uchun ikkita quticha o‘rnatilgan. Qutidagi to‘siq ustiga o‘rnatilgan shifer mahsulot oqimini aniqroq ajratishga yordam beradi.

Barabanning diametri 600–900 mm, uzunligi 1000–2000 mm, magnit maydonining kuchlanganligi baraban yuzasida 1400–1500 e. Baraban yuzasining aylanma tezligi 1–3 m/sek. Separatorning ishlab chiqarish unumdorligi o‘lchami  $-40+0$  mm li mahsulotda barabanning har bir metr uzunligi uchun 60–100 t/soat.

Sanoatda bir barabanli, shuningdek, uch va to‘rt barabandan tashkil topgan separatorlar ishlab chiqariladi. Ko‘p barabanli separatorlarda asosiy separatsiya, chiqindilarning tozalash jarayonlarini o‘tkazib, uchta mahsulot–boyitma, oraliq mahsulot va chiqindilarni olish mumkin [1].

Agar magnit qutblari baraban uzunligi bo‘yicha galma–gal almasha, separatorda magnit aralashuvi bo‘lmaydi. Magnit tortishishi natijasida barabanga yopishgan magnit zarrachalar magnit ustidan o‘tayotganda ag‘darilmaydi. Materialning yurishi bo‘ylab qutblarning almashishi aralashishga olib keladi va nomagnit zarrachalarni barabandagi magnit zarrachalar orasidan uzib olishga imkon yaratadi.

Magnit sistemasi qutblar sonini aylana bo‘ylab va barabanning aylanish tezligini oshirib, yuqori chastotali magnit maydoni hosil qilishga va jadalroq magnit aralashuviga erishish mumkin.

Bu separatorlarda barabanning aylanish tezligi 300 ay/min. Qutblar soni 25 bo‘lsa, barabanda qutblar almashishi  $300 \times 25 = 7500$ , ya‘ni maydonning chastotasi 125 Hz ga teng bo‘ladi.

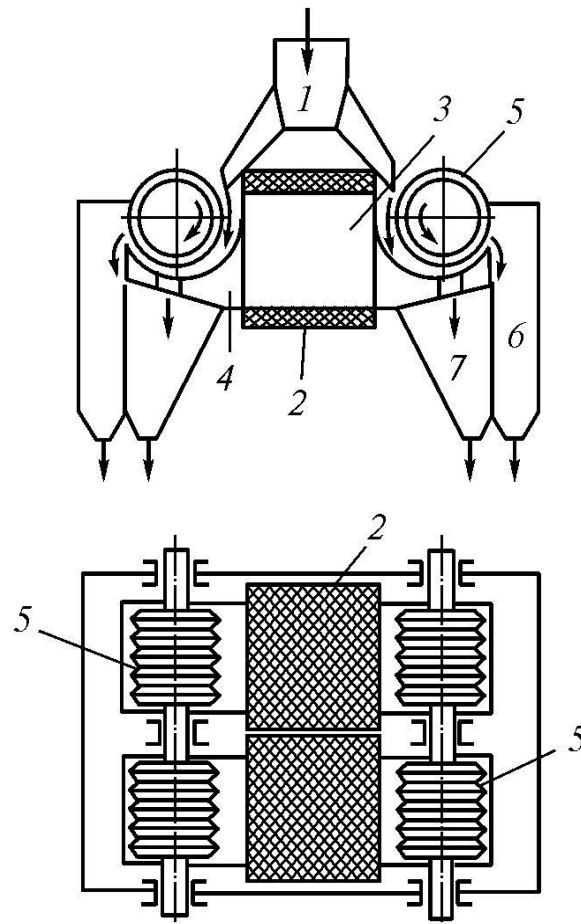
**Kuchsiz magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar.** Kuchsiz magnitli rudalarni boyitish uchun magnit maydonining kuchlanganligi yuqori bo‘lgan separatorlar ishlatiladi.

63-rasmda o‘lchami 3(6) mm yiriklikdagi kuchsiz magnitli rudalarni quruq va ho‘l usulda boyituvchi valli separator keltirilgan. Magnit sistemasi o‘zaklar va ulardagi g‘altak o‘ramlari, qutb uchliklari va vallardan iborat. Vallarning turtib chiqqan joylari bo‘lib, ularning qarshisidagi qutb uchliklarida maydonning bir jinsligini kuchaytiruvchi o‘yiqqlarga ega.

Sepiluvchi quruq mahsulot yoki bo‘tana yuklovchi voronka orqali val ostidagi uchliklarga beriladi. Nomagnit zarrachalar uchliklardagi teshiklar orqali qutining chiqindilar bo‘limiga, magnitli minerallar esa vallar yordamida magnit kuchlari ta’siri zonasidan chiqib ketib qutining magnitli mahsulotlar bo‘limiga tushadi.

Separatorning xarakteristikasi: valning o'lchamlari:  $D \times L = 270 \times 1000$  mm, valning aylanish tezligi 50-90 ay/min, magnit maydonining kuchlanganligi 10000–12000 e, ishlab chiqarish unumdorligi  $< 3$  mm li mahsulotda 4 t/soat gacha [2].

Bunday separatorlar marganesli rudalarni ho'l usulda boyitish uchun kamyob metalli rudalardan ajratib olingan boyitmalarni qayta tozalash uchun qo'llaniladi.



**63-rasm.** Kuchsiz magnitli rudalarni quruq va ho'l usulda boyituvchi separatorning sxemasi.

1–ta'minlagich; 2–o'ramlar g'altagi; 3–o'zak; 4–qutb uchliklari, 5–vallar, 6–magnitli mahsulotni qabul qiluvchi idish; 7–nomagnit mahsulotni qabul qiluvchi idish.

### Nazorat uchun savollar

1. Minerallarning magnit xossalari va ularning klassifikatsiyasi.
2. Magnit separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari.
3. Kuchli magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar.

#### 5.4. Magnit usulida boyitishga tayyorlash

Magnitli boyitishdan oldingi tayyorlov operatsiyalariga g'alvirlash, changsizlantirish, shlamsizlantirish, magnitlash, magnitsizlantirish, quritish va kuydirish operatsiyalari kiradi. Tayyorlov operatsiyalarini qo'llash lozimligi boyitiladigan rudaning xossalari va separatsiya jarayoni sharoitlari bilan belgilanadi.

**G'alvirlash.** G'alvirlash operatsiyasi quruq magnitli separatsiyadan oldin dastlabki mahsulotni yiriklikning ikkita sinfiga ajratish uchun qo'llaniladi. Magnit kuchi magniti tizim qutblaridan chiqarib yuborilishida keskin kamayadi. Bu tasniflanmagan materialni boyitishda magnit kuchining rudaning juda yirik va juda mayda bo'laklariga har xil ta'sir qilishiga olib keladi. Rudani oldindan g'alvirlash operatsiyasi boyitiladigan mahsulotda zarralar yirikligining yuqori va pastki chegaralarini yaqinlashtirish imkonini beradi.

Odatda, magnitli separatsiyadan oldin dastlabki ruda g'alvirlash yordamida yiriklikning ikkita sinfiga bo'linadi, qaysiki yoki alohida boyitiladi yoki faqat yirik sinf quruq usul bilan boyitiladi. -25+0 mm yiriklikdagi kuchli magnitli rudalarni (magnetitli yoki titanomagnetitli) boyitishda -25+10 mm va -10+0 mm sinflar olinadi, -5+0 mm yiriklikdagi kuchsiz magnitli (marganetsli) rudalarni boyitishda esa -5+2 mm va -2+0mm sinflarni alohida boyitishda yaxshi natijalarni kutish mumkin.

Boyitiladigan sinflar yirikligini (g'alvir to'ri teshiklari o'lchamini) tanlash faqat aniq belgilangan separatorning magnit tizimini emas, balki anqi belgilangan kon rudalarining xususiyatlarini, masalan, qoplanganlik ko'rinishini, saralab yemirishga qodirligini, turli yiriklikdagi maydalangan ruda zarralarida foydali mineral taqsimlanishi qonunlarini, keskin farqlanishini belgilaydi.

Kuchli magnitli rudalarni quruq magnitli separatsiyalashda oldindan g'alvirlanmaydigan juda oddiy sxemalar ham qo'llaniladi. Oldindan g'alvirlash texnologik ko'rsatkichlar o'sishidagi samara sxemalar murakkablashuvi bilan bog'liq bo'lgan xarajatlardan yuqori bo'lgan holatda qo'llaniladi.

**Changsizlantirish.** Changsizlantirish operatsiyasi quruq magnitli separatsiyadan oldin dastlabki mahsulotdan mayda zarralarni chiqarib yuborish uchun qo'llaniladi. Yupqa zarralarni yo'qotish boyitish natijalarini juda oshiradi.

Yupqa zarralar katta solishtirma yuzaga ega bo'ladi, buning natijasida ular adgeziya kuchlari ta'siri ostida boshqa zarralar yuzasiga,

separatorlarning ishchi qurilmalariga cho‘kadi va ham magnitli hamda nomagnit mahsulotlarga tushadi. Dastlabki mahsulotdagi mayda zarralarning ko‘p ulushi boyitish natijalarini pasaytiradi, shuning uchun mayda qilib maydalangan mahsulotlar uchun quruq separatsiya kamdankam hollarda qo‘llaniladi.

Odatda, quruq boyitish separatorlari changsimon zarralarni chiqarib yuborish uchun aspiratsion trubkalarga ega bo‘ladi. Ajratilgan chang, dastlabki mahsulot xususiyatiga bog‘liq holda, yoki chiqindilarga yoki keyin qayta ishlashga yuboriladi.

**Shlamsizlantirish.** Shlamsizlantirish operatsiyasi kamqiymat yupqa shlamli zarralarni chiqindilarga chiqarish uchun kuchli magnitli rudalarni suvli boyitish sxemalarida qo‘llaniladi. Boyitish mahsulotlarida bo‘sh jinslar yupqa zarralarining katta miqdori konsentratlar sifatining pasayishiga olib keladi, chunki shlamli zarralar, shubhasizki, flokulalar va tutamlarga qamrab olinadi va magnitli mahsulotga oxirgi bo‘lib tushadilar.

Shlamsizlantirish uchun magnitli deshlamatorlardan foydalaniladi. Shlamsizlantirish operatsiyasi temirli kvartsitlarni boyitish sxemalarida eng ko‘p tarqalgan.

**Magnitsizlantirish.** Magnitsizlantirish operatsiyasi magnetitli rudalarni boyitish sxemalarida va og‘ir muhitli suspenziyalarni tiklash sxemalarida bo‘tanani deflokulyasiyalash uchun qo‘llaniladi.

Magnetitli rudalarni boyitish sxemalarida magnitsizlantirish tasniflash, mayda g‘alvirlash va filtrlash operatsiyalaridan oldin flokulalarni yemirish maqsadida qo‘llaniladi. Separatorlarning magnit maydonida magnetit zarralari flokulalar va tutamlar (juda yirik agregatlar) hosil qiladi. Agar flokulalar va tutamlar yemirilmasa, unda ular qumga va so‘ngra tegirmonga tushadi, bu aylanma yuklanishning oshishiga va mahsulotning qayta yanchilishiga olib keladi. Filtrlashga tushadigan tayyor mahsulotda flokulalarning mavjudligi kek namligining oshishiga olib keladi, chunki flokulalar hosil qiluvchi zarralar o‘rtasidagi bo‘shliqni egallagan suv filtratga to‘liq chiqarib yuborilmaydi.

Og‘ir muhitli suspenziyalarni tiklash sxemalarida magnitsizlantirish flokulalarni yemirish uchun magnitli separatsiyadan so‘ng qo‘llaniladi. Magnetitli suspenziyada flokulalarning mavjudligi uning sifatini (barqarorligini) kamaytiradi.

**Magnitlash.** Magnitlash operatsiyasi bo‘tanani tez cho‘ktirish va flokulalar yuzasidan shlamli zarralarni yuvish maqsadida uni flokulyasiyalash uchun magnetitli rudalarni namli boyitish sxemalarida

qo‘llaniladi. Magnitlash yoki alohida magnitlash apparatlarida yoki deshlamatorlarda amalga oshiriladi.

**Quritish.** Quritish operatsiyasi dastlabki mahsulot namligini kamaytirish uchun quruq magnitli separatsiyadan oldin qo‘llaniladi. Rudaning oshgan namligi ham kuchli magnitli rudalarda hamda kuchsiz magnitli rudalarda quruq boyitish natijalarida bilinadi. Dastlabki mahsulot namligi oshishida zarralarning o‘zaro ilashish kuchi oshadi va materialning separator ishchi qurilmalari yuzasiga yopishishi kuzatiladi, bu nomagnit zarralarning magnitli mahsulotga tushishi, magnitli zarralarning esa nomagnit mahsulotga tushishi ehtimoli oshishiga olib keladi.

Quruq magnitli separatsiya uchun dastlabki mahsulotning joiz bo‘lgan namligi, asosan, uning yirikligiga bog‘liq. Masalan, -20+0 mm yiriklikdagi rudani boyitishda namlik 3-4% oshmasligi lozim, -2+0 mm yiriklikdagi rudani boyitishda joiz bo‘lgan namlik 0,5-1% kamayadi.

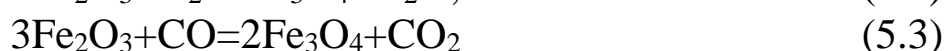
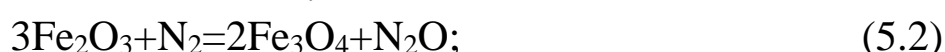
**Magnitlovchi kuydirish.** Magnitlovchi kuydirishli boyitish kuchsiz magnitli rudalarni magnitlovchi kuydirishda magnitli xossasini oshirib, so‘ngra kuchsiz magnit maydonida saralashdan iborat. Kuydirish magnitli boyitishdan oldingi tayyorlov operatsiyasi hisoblanadi va tegishli atmosferada kuchsiz magnitli rudalarni va temir rudalarini (gematit, martit, limonit, siderit va b.) kuchli magnitli magnetitga va maggemitga ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) o‘tkazish (aylantirish) imkonini beradi.

Temir rudalarini magnitlovchi kuydirish tiklovchi, tiklovchi-oksiddlovchi va oksiddlovchi bo‘ladi.

*Tiklovchi* kuydirishda temirning kuchsiz magnitli oksidlarini ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) kuchli magnitli past oksidlargacha tiklash sodir bo‘ladi. Tiklovchilar sifatida qo‘ng‘ir ko‘mir, antratsit, koksikdan, domna, generator gazlaridan va tabiiy gazdan hamda mazutlardan foydalaniladi. Qo‘ng‘ir ko‘mir, antratsit va koksikdan foydalanishda kuydirish quyidagi tenglama bo‘yicha 800-950 °C haroratda olib boriladi:



Gazlar bilan tiklash quyidagi tenglamalar bo‘yicha 600-850 °C haroratda sodir bo‘ladi:

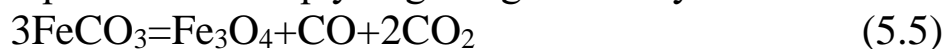


*Tiklovchi-oksiddlovchi* kuydirish temirning kuchsiz magnitli oksidlarini magnetitga tiklashdan va magnetitni kuchli magnitli maggemitgacha ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) oksidlash bilan quyidagi tenglama bo‘yicha olib boriladi:



Magnetitni maggemitgacha oksidlashni tiklangan rudani faqatgina maggemit barqaror bo'lgan haroratgacha (300-400 °C) sovitilgandan so'ng amalga oshirish mumkin.

*Oksidlovchi* magnetlovchi kuydirish temirning kuchsiz magnitli karbonatlarini (sideritli rudalarni) kuchli magnitli magnetitga o'tkazish uchun qo'llaniladi va quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:



Bakalsk konining sideritli rudalarini kuydirish 950-1050 °C haroratda olib boriladi.

Magnetlovchi kuydirish uchun quvursimon aylanma pechlar, shaxtali pechlar va qaynar qatlam pechlaridan foydalaniladi.

### **Yordamchi jihozlar**

Magnitli boyitishda yordamchi jihozlarga magnitli deshlamatorlar va gidrosiklonlar hamda bo'tanani magnitlantiruvchi va magnitsizlantiruvchi uskunalar kiradi.

*Magnitli deshlamatorlar.* Deshlamatorlar chiqindilarga bo'sh tog' jinslari shlamlarini va tasniflovchi uskunalar quyilmalaridagi kamqiyamat hosilalarni tashlash yuborish uchun va filtrlashdan oldin magnetitli boyitmalarni quyultirish uchun qo'llaniladi.

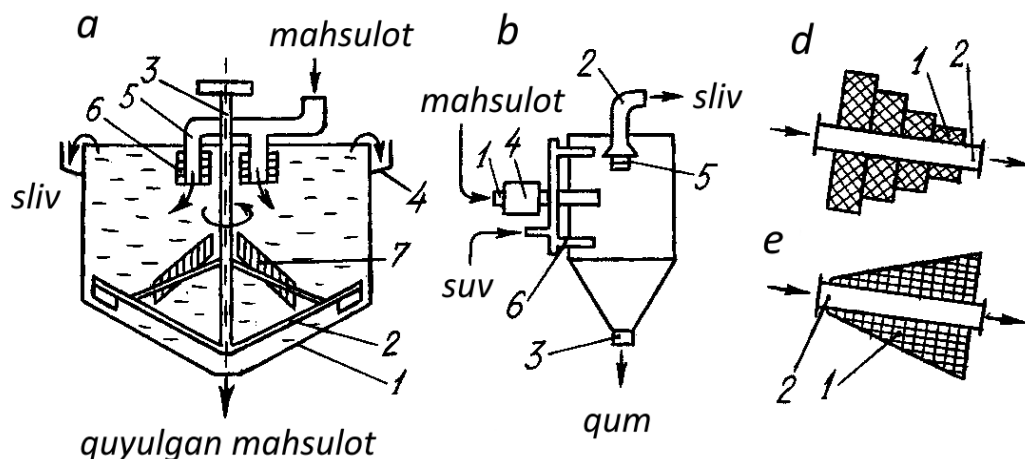
Magnitli deshlamator (64, *a*-rasm) silindr shaklli chandan iborat markaziy yuritmal quyultirgichdan 1, valga 3 mahkamlangan parrakli ramadan 2, halqali quyish novidan 4 va dastlabki bo'tanani uzatish quvuridan 5 iboratdir. Dastlabki bo'tana uchun magnetlovchi qurilmaning 6 mavjudligi deshlamatorlarning o'ziga xos xususiyati sanaladi. Ayrim deshlamatorlar aylanma parrakli ramaga mahkamlangan qo'shimcha magnetlovchi qurilmalarga 7 ega bo'ladi.

Magnetlovchi qurilmalarning magnit maydoni orqali ( $H=32-40$  kA/m) bo'tananing o'tishida magnetit zarralari flokulalar hosil qiladi va deshlamator tubiga cho'kadi. Quyultirilgan mahsulot nasoslar bilan chiqarib yuboriladi. Aylanma parraklar ancha zich quyultirilgan mahsulot olishga va cho'kadigan shlamning aralashtirilishiga yordam beradi. Tindirilgan suv shlamlar bilan birga halqali quyilish novi qirg'oqlari orqali quyiladi va deshlamatoridan chiqariladi.

Deshlamatsiyada quyultirilgan mahsulotda temir massasi ulushining dastlabki mahsulotga qaraganda 0,3 dan 10 % gacha ortishi ta'minlanadi. Quyilmaning (shlamlar) chiqishi 0,1-24 % ni va undagi temirning massa bo'yicha ulushi 7,9-22,7 % ni tashkil etadi. Quyultirish sathi yuzasining 1 m<sup>2</sup> maydoniga solishtirma unumdorlik 0,5 dan 5 t/(m<sup>2</sup>\*s) gacha o'zgaradi.



Ta'minlashda qattiqlikning miqdori 10-50 %, quyultirilgan mahsulotda 20-70 %, quyilmada – 0,3-12 % ni tashkil etadi. Deshlamatorlarning texnik tavsiflari 4.8-jadvalda keltirilgan.



**64-rasm.** Yordamchi jihozlar:

*a* – magnitli deshlamator: 1 – chan; 2 – parrakli rama; 3 – val; 4 – quyilma uchun nov; 5 – dastlabki bo‘tanani uzatish quvuri; 6, 7 – magnetlovchi qurilmalar;

*b* – magnitli gidrosiklon: 1 – dastlabki tana uchun quvur; 2 – quyilma uchun quvur; 3 – qum uchun quvur; 4, 5 – magnetlovchi qurilmalar; 6 – qo‘shimcha yuvish suvi beriladigan quvur;

*d* – magnitsizlantiruvchi qurilma: 1 – magnet tizimi; 2 – markaziy quvur;

*e* – selektiv magnitli flokulyator: 1 – magnet tizimi; 2 – markaziy quvur

*Magnitli gidrosiklon.* Magnitli gidrosiklon bo‘tanani quyultirish va shlamsizlantirish uchun mo‘ljallangan.

Magnitli gidrosiklonning odatdagi gidrosiklondan asosiy farqi flokulalar hosil qilish uchun magnetlovchi qurilmalarning qo‘llanishi hisoblanadi. Magnitli gidrosiklon (64, *b*-rasm) quyidagi tarzda ishlaydi. Magnetit tarqibli bo‘tana quvur 1 bo‘ylab harakatlanishida 160 kA/m gacha kuchlanganlikka ega birinchi magnetli tizim 4 orqali o‘tadi. Magnetit zarralari magnet maydoni ta’siri ostida magnetlanadi va flokulalar hosil qiladi. Keyinchalik flokulalar tangensial o‘rnatilgan quvur 1 orqali gidrosiklonning silindrlil qismiga tushadi va markazdan qochirma kuchlar ta’siri ostida gidrosiklonning ichki silindrlil qismiga yo‘naladi, u bo‘ylab siljiydi, gidrosiklonning konusli qismiga tushadi va qumli o‘rnatma 3 orqali tushiriladi. Kuchsiz magnetli zarralar va shlamlar gidrosiklonning

yuqori qismiga chiqariladi va yuqori quvuri 2 orqali chiqariladi. Yuqori quvurga kirish joyida ikkinchi magnitli qurilma 5 oʻrnatilgan, bunda magnit maydoni qoʻshimcha flokulalar hosil boʻlishiga yordam beradi, ular qumga chiqarib yuboriladi. Ikkinchi magnitli qurilmaning qutbli uchligi tigʻidagi magnit maydonining kuchlanganligi 125 kA/m ni tashkil etadi. Quvurlar 6 boʻylab gidrosiklonga boʻtanani suyultirishga va flokulalar yuzasidagi mayda kuchsiz magnitli va nomagnitli zarralarni yuvishga yordam beradigan qoʻshimcha yuvish suvi beriladi.

Magnitli gidrosiklonlarda spiralli tasniflagichlarning quyilmalarini shlamsizlantirish temirning massa boʻyicha ulushini 1,5 – 2 % ga, temirning ajralishini esa 2 – 6 % ga oshirish imkonini beradi.

## 28-jadval

### Deshlamatorlarning texnik tavsiflari

Oʻlchamlari	MD-5	MD-9	MD-12
Chan diametri, mm	5000	9000	12000
Choʻktirish yuzasi maydoni, m <sup>2</sup>	19,6	63,8	113
Dastlabki taʼminlanish yirikligi, mm	0-0,5	0-0,5	0-0,5
Parrakli ramaning aylanishi chastotasi, ay/min			
Magnitlovchi uskunalarning ishchi oraligʻi oʻrtasidagi magnit maydonining kuchlanganligi, kA/m	1,4	0,5-1,65	0,6
Qattqlik boʻyicha unumdorlik, t/s	40	40	40
Parrakli rama yuritgichining oʻrnatilgan quvvati, kVt	45-50	110-190	200-350
Gabarit oʻlchamlar, mm:			
uzunlik	2,8	14	13
kengligi	5400	9440	
balandligi	4700	9200	
Elektrodvigatelsiz massasi, t	5300	8210	
	9,8	17,9	19,5

*Magnitsizlantiruvchi uskunalalar.* Boʻtanani deflokulyatsiyalash uchun tasniflash va flotatsiyalash jarayonlaridan oldin magnitsizlantiruvchi uskunalaridan foydalaniladi. Magnitsizlantiruvchi uskunalalar (64, *d*-rasm) oʻzgaruvchan elektr tokni hosil qiluvchi gʻaltaklar 1 oʻrnatilgan quvurdan 2 iborat. Magnitsizlantirishda boʻtana quvur boʻylab harakatlanadi va yoʻnalishi boʻylab oʻzgaruvchan va nolgacha kamayadigan magnit maydonini kesib oʻtadi. Magnitsizlantirishda magnit maydoni oʻzgarishi sikllarining eng kam soni 10-12 ta boʻlishi zarur. Magnitsizlantiruvchi uskunalarining texnik tavsiflari 29-jadvalda berilgan.

**Magnitsizlantiruvchi uskunalarning texnik tavsiflari**

O'lchamlari	178-SE	177-SE	165A-SE	176A-SE
Bo'tana eltgich quvur diametri, mm	50	100	150	200
Quvur o'qidagi magnit maydonining eng yuqori kuchlanganligi, kA/m	40	40	38	40
O'zgaruvchan tok quvvati, kVt	2,1	5,1	6,3	11,0
Bo'tana bo'yicha hajmiy unumdorlik, m <sup>3</sup> /s	25	85	180	300
Gabarit o'lchamlar, mm:				
uzunlik	930	1050	1080	1440
kenglik	458	574	635	635
balandlik	492	608	670	670
Uskuna massasi, kg	124	266	309	345

*Magnitlovchi uskunalari.* Bo'tanaga magnitli ishlov berish magnitlash va kuchli magnitli zarralarni flokulyatsiyalash maqsadida qo'llaniladi. Magnitlash magnitli separatsiyadan oldin temirning yo'qotilishini kamaytirish uchun va quyultirish va deshlamatsiyalash jarayonlaridan oldin kuchli magnitli flokulalarni tezda cho'ktirish uchun qo'llaniladi.

Magnitlash uskunalari quvurdan va 48-80 kA/m magnit maydoni kuchlanganligini hosil qiluvchi magnit tizimidan iborat. Magnit tizimi markaziy quvur tashqarisida, ba'zida quvur ichiga o'rnatiladi. Magnitlash uchun elektromagnitli tizimlardan hamda ularning doimiy magnitlari tizimidan foydalaniladi.

Tanlab magnitli flokulyatsiyalash uchun selektiv magnitli flokulyator ishlab chiqilgan, bo'tana harakatlanishining borishida oshib boradigan magnit maydoni uning o'ziga xos xususiyati sanaladi. Selektiv magnitli flokulyator ichida bo'sh tog' jinslari zarralari bo'lmagan "sof" flokulalar olish imkonini beradi. Flokulyator (64, e-rasm) material harakatlanishi yo'nalishida amper-o'rami soni ortib boradigan g'altaklar 1 o'rnatilgan nomagnit quvurdan 2 iborat. Magnit maydonining kuchlanganligi 0 dan 40 kA/m gacha oshib boradi.

**Nazorat uchun savollar:**

1. Magnitlovchi kuydirish nima uchun amalga oshiriladi?
2. Rudalarni magnitli boyitishga tayyorlash qaysi uskunada amalga oshiriladi?
3. Shlamsizlantirish nima uchun zarur?
4. Magnitli flokulyatsiyaga ta'rif bering.

## 5.5. Magnit usulida boyitishga ta'sir qiluvchi omillar

*Magnit maydoni kuchlanganligi.* Maydon kuchlanganligining oshishi magnit kuchining ortishiga olib keladi va buning natijasida, ancha past magnit ta'sirchanlikka ega minerallarni magnitli fraksiyaga ajratib olish imkonini beradi. Bu ajratish mahsulotlari chiqishiga va sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Biroq, magnit maydoni kuchlanganligining o'ta oshib ketishi magnitli fraksiyaning yuqori darajada ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Maydon kuchlanganligining yetarlicha bo'lmasligi magnitli minerallarni chiqindiga yo'qotilishiga sabab bo'ladi.

Agar boyitishning texnologik sxemasi magnitli separatsiyaning bir nechta ketma-ket jarayonlarini o'z ichiga olsa, nomagnitli fraksiyani qayta tozalashda har bir keyingi jarayondagi magnit maydoni kuchlanganligi oshishi lozim. Magnitli boyitmalarni maromiga yetkazish (qayta tozalash) maydon kuchlanganligining asta-sekin kamayishida amalga oshiriladi.

*Ishchi zona o'lchamlari* (uzunligi va balandligi) hamda ta'minlanish kengligi o'tkazuvchanlik qobiliyatini, ya'ni, separator unumdorligini belgilaydi. Baraban (valka) diametrining oshishi bilan ishchi zona uzunligi ortib boradi, bu esa magnitli minerallarning ajralishini va separator unumdorligini oshirish imkonini beradi. Ta'minlanishda qabul qilish teshigining kengligini (baraban, valka uzunligini) oshirish bilan ham unumdorlikni oshishiga erishiladi.

Ishchi zona balandligi separatorni yaratish jarayonida aniqlanadi va belgilangan chegaralarda ushbu turdagi mineral xom ashyoni boyitish uchun separatorni texnologik sozlashda o'zgarishi mumkin. Ishchi zona balandligining kamayishi magnit maydoni kuchlanganligi oshishiga olib keladi va aksincha.

Separator barabanlari va valkalarining aylanish chastotasi ma'lum darajada uning unumdorligini va boyitish mahsulotlari sifatini belgilaydi. Bu boyitish usullariga (quruq yoki suvli muhitda), dastlabki mahsulotni berish usuliga (yuqoridan yoki pastdan), solishtirma magnit ta'sirchanlikka va ajratiladigan minerallarning yirikligiga, boyitish mahsulotlarining zaruriy sifatiga (tayyor boyitmalarni yoki ag'darmali chiqindilarni olish) bog'liq holda tanlanadi.

*Boyitiladigan rudaning yirikligi va magnitli xossalari.* Ajratiladigan minerallar yirikligidagi keskin farqlanishda magnit maydoni kuchlanganligini, ishchi zona o'lchamlarini, tezkor tartibni va separator unumdorligini to'g'ri tanlash qiyinlashadi. Bularning barchasi boyitishning texnologik ko'rsatkichlarini yomonlashuviga olib keladi. Ajratiladigan

minerallar yirikligining yuqori va pastki chegaralariga ko‘proq yaqinlashadigan materialning dastlabki tasniflash jarayonini qo‘llab boyitishning eng yaxshi ko‘rsatkichlariga erishish mumkin.

Magnitli boyitishni qo‘llashning zaruriy sharti ajratiladigan minerallar magnitli xossalarning yetarlicha farqlanishi hisoblanadi, ya’ni, agar solishtirma magnitli ta’sirchanliklar mos ravishda  $\chi_1$  va  $\chi_2$  bo‘lsa,  $\chi_1 / \chi_2$  nisbat birdan ortiq bo‘lishi lozim (amaliyotda 3-5 dan kam emas). Bu nisbat magnitli boyitishning tanlanuvchanligi koeffitsiyenti deyiladi.

Magnitli separatorlarda kuchli magnitli minerallarni ajratib olish uchun 120-150 kA/m gacha kuchlanganlikka ega nisbatan kuchsiz magnit maydonidan foydalaniladi. Kuchsiz magnitli minerallarni ajratish uchun 800-1500 kA/m va undan ortiq magnit maydonining kuchlanganligidan foydalaniladi. Nomagnit minerallar hatto yuqori kuchlanganlikka ega magnit maydonlarida ham ajratib olinmaydi.

Magnitli usullar qora metallar rudalarini boyitish uchun, noyob va rangli metallar boyitmalarini maromiga yetkazishda, og‘ir muhitda boyitishda kuchli magnitli og‘irlashtirgichlarni tiklash uchun, fosforit rudalaridan, kvarslı qumdan va boshqa materiallardan temir qo‘shimchalarini chiqarib yuborish uchun keng qo‘llaniladi.

*Separatorga keladigan mahsulotning qattiqlik miqdori.* Suvli muhitda ishlaydigan magnitli saralashda bo‘tanada qattiqlik miqdorining oshishi bilan separator unumdorligi oshadi, biroq, boyitish mahsulotlarining sifati pasayadi. Bo‘tana suyulishining ortishi, odatda, magnitli fraksiyaning sifatini oshishini ta’minlaydi, lekin bir vaqtning o‘zida magnitli minerallarning chiqindi bilan yo‘qotilishi ham oshib boradi, chunki bo‘tananing separator ishchi zonasi orqali o‘tish tezligi ortadi. Separatorga keladigan mahsulotda qattiqlikninig maqbul miqdori 30-40 % oralig‘ida bo‘ladi.

## **Magnit kuchi va uni tashkil etuvchilar**

Magnit kuchlari, elektr kuchlari singari, ba’zan ponderomotorli kuchlar ham deyiladi. “Ponderomotorli kuchlar” atamasi o‘rta asrlarda kiritilgan va “vaznsiz” jismlarni siljitishga qodir bo‘lgan kuchni bildiradi. Hozirgi vaqtda “ponderomotorli kuchlar” atamasini eskirgan, deb tan olish lozim, chunki magnit kuchlari yuzaga kelish tabiati yetarlicha o‘rganilgan. Shuning uchun “magnit kuchi” atamasidan foydalaniladi.

*Magnit kuchi* – magnitli xossalarga ega bo‘lgan jismlarga (qo‘zg‘almas va harakatlanuvchi) va harakatlanuvchi elektr zaryadlariga ta‘sir etuvchi kuch. Magnit kuchi ushbu jismlarning siljishini yoki ularning harakat traektoriyasi bo‘ylab o‘zarishini keltirib chiqaradi.

Deyarli barcha magnitli separatorlarda magnit kuchi magnitli xossalarga ega bo‘lgan zarralarning magnit tizimiga tortilishini keltirib chiqaradi. Shuning uchun mineral va boshqa zarralarni magnitli boyitish jarayonlarida magnit kuchi ba‘zan “tortishishning magnit kuchi” deyiladi.

Elektrodinamik separatorlarda magnit kuchi, aksincha, separatorning magnit tizimidan uyurma toklar yuzaga kelgan elektr o‘tkazuvchan zarralarning itarilishini keltirib chiqaradi.

Keyinchalik magnit kuchi deganda magnitli xossalarga ega bo‘lgan zarralarga ta‘sir etuvchi tortishishning magnitli kuchi ko‘zda tutiladi. Bunda umumiy ko‘rinishda zarralarning magnit kuchi deganda uning magnit maydoni bilan o‘zaro harakati (magnit xossalari mavjud) yoki o‘zaro harakatda bo‘lmasligi (magnitli xossalari past) ko‘zda tutiladi.

Magnit maydonlari bir xil va har xil bo‘ladi. Birinchilar uchun magnit maydoni kuchlanganligi ishchi zonaning turli nuqtalari uchun kattaligi va yo‘nalishi bo‘yicha bir xilda ( $\text{grad } H=0$ ), ikkinchilar uchun kuchlanganlik ishchi zonaning har xil nuqtalari uchun farq qiladi ( $\text{grad } H>0$ ).  $\text{grad } H$  kattalik berilgan yo‘nalishda magnit maydoni kuchlanganligi kattaligining o‘zgarishini tavsiflaydi. Bir xildagi magnit maydonida magnit kuchi nolga teng va magnitli zarralar maydonning kuch chiziqlariga parallel yo‘naladi. Har xil maydonda magnitli zarralar maydon kuch chiziqlari bo‘ylab yo‘nalganligidan tashqari tortishish magnit kuchi ta‘sirini sezadi, qaysiki zarralarni maydonning juda jadal uchastkalariga tortadi. Magnitli separatorlarda zarralarni magnitliga va nomagnitliga ajratilishini ta‘minlovchi magnit kuchini yaratish uchun faqat har xil maydondan foydalaniladi.

Zarraga ta‘sir etadigan magnit kuchi magnitlanish vaqtida zarra tomonidan egallangan potensial energiya bilan aniqlanadi [13]:

$$U = -\int_V \frac{\mu_0 \epsilon H^2}{2} dV, \quad (2.17)$$

bunda,  $\mu_0$  - vakuumning magnit o‘tkazuvchanligi yoki magnitli o‘zgarmas,  $\text{Gn/m}$ ,

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ ;  $\epsilon$  - zarraning hajmiy magnit ta‘sirchanligi (zarraning magnit xossalari tavsiflaydi), o‘lchamsiz kattalik;  $N$  - magnit maydoni kuchlanganligi,  $\text{A/m}$ ;  $V$  - zarra hajmi,  $\text{m}^3$ .

Jismga ta'sir etuvchi kuch teskari belgili grad U orqali ifodalanishi mumkin, unda

$$F_m = -\text{grad}U = \text{grad} \int_V \frac{\mu_0 \epsilon H^2}{2} dV \quad (2.18)$$

grad belgini integral osti ifodasiga kiritib va zarra hajmi chegaralarida hajmiy magnitli ta'sirchanlik doimiylikiga yo'l qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$F_m = -\text{grad}U = \text{grad} \int_V \frac{\mu_0 \epsilon H^2}{2} dV \quad (2.19)$$

bunda, gradN – Nning eng ko'p oshib borish yo'nalishidagi dH/dx hosila, A/m<sup>2</sup>.

Zarraning ozroq hajmida ( $V \rightarrow 0$ ) shunga yo'l qo'yish mumkinki, uning hajmi chegaralarida NgradN o'zgarishi ozroq, unda

$$F_m = \mu_0 \epsilon V H \text{grad}H \quad (2.20)$$

Boyitish apparatlarida zarralar harakatlanishi dinamikasini hisoblashda ko'pincha solishtirma magnit kuchlaridan foydalaniladi.  $V \rightarrow 0$  bo'lganda massa birligiga kiritilgan magnit kuchining solishtirma qiymati, N/kg:

$$f_m = F_m/m = \mu_0 \epsilon V H \text{grad}H / (V\rho) = \mu_0 \chi H \text{grad}H, \quad (2.21)$$

bunda,  $\chi$ - solishtirma magnit ta'sirchanlik (zarraning magnit xossalari tavsiflaydi),  $\epsilon/\rho$  teng, m<sup>3</sup>/kg;  $\rho$ - zarra zichligi, kg/m<sup>3</sup>.

(2.20) va (2.21) formulalarda magnit maydonining (havoda va suvda) kuch tavsifi sifatida magnit maydoni kuchlanganligidan foydalanildi. Agar magnit maydonining (havoda va suvda) kuch tavsifi sifatida magnit maydoni induksiyasidan (V) foydalanilsa, unda magnit kuchini va solishtirma magnit kuchini quyidagi formulalar bo'yicha hisoblash mumkin:

$$F_m = \epsilon V B \text{grad}HB / \mu_0, \quad (2.22)$$

$$f_m = \chi B \text{grad}B / \mu_0, \quad (2.23)$$

[13] ishda aniqlanganki, magnit kuchini topish uchun (2.21) formuladan foydalanish yirik zarralarga ta'sir etuvchi magnit kuchi kattaligining ancha pasaygan natijasini beradi. Buni tajriba qurilmasida magnit kuchini tekshirish bo'yicha tajribalar tasdiqladi. Shuning uchun zarralar yirikligini hisobga olib, hisoblash formulalariga  $a$  tuzatish koeffitsiyentini qo'shish lozim:

$$f_m = a\mu_o \chi H_{grad}H, \quad (2.24)$$

Koeffitsiyentning quyidagi qiymatlari tavsiya qilingan:  $a = 1,1-5$  mm mahsulotning eng yuqori yirikligi uchun;  $a = 1,5-5$  mm dan 25 mm gacha bo'lgan mahsulotning eng yuqori yirikligi uchun;  $a = 2-25$  mm dan ortiq bo'lgan mahsulotning eng yuqori yirikligi uchun.

Tortishish magnit kuchini hisoblash uchun (2.20)- (2.24) formulalar tahlili unga ikkita tashkil etuvchi ta'sir etishini ko'rsatadi.

*Birinchi tashkil etuvchi* magnitli tizim –  $H_{grad}H$  ( $H_{grad}H$ ) tuzilishni tavsiflaydi.  $N_{grad}N$  ( $V_{grad}V$ ) kattalikni *magnit tizimining solishtirma magnit kuchi* deb nomlash qabul qilingan. U, asosan, qutblar yuzasidagi magnit maydon kuchlanganligiga, qutblar orasidagi masofalarga, separator ishchi zonasi o'lchamlariga, qutblar shakliga bog'liqdir.

*Ikkinchi tashkil etuvchi* ajratiladigan zarralar – magnitli ( $\acute{\epsilon}, \chi$ ) va geometrik (yiriklik, shakl) xossalarni tavsiflaydi. Bunda zarralar yirikligining magnit kuchi zarrasiga ta'sir etuvchi kattalikka ta'siri shuni ko'rsatadiki, magnitli boyitishda ajratish faqat magnitli xossalar bo'yicha emas, balki yirikligi bo'yicha ham sodir bo'lishi mumkin.

Zarralarni magnitliga va nomagnitliga ajratish uchun qarama-qarshi harakat qiluvchi kuchlarni oshiruvchi magnit kuchining belgilangan qiymatini hosil qilish lozim. Kuchli magnit xossali ( $\acute{\epsilon}, \chi$ ) yuqori magnit xossali kuchli magnitli rudalarni boyitishda  $H_{grad}H$  ning nisbatan past qiymatili separatorlar lozim, past magnit xossali kuchsiz magnitli rudalarni boyitishda  $H_{grad}H$  ning nisbatan yuqori qiymatili separatorlar lozim.

### **Separatorlarning magnit maydonlari**

Kuchli magnitli rudalarni boyitish uskunalari *kuchsiz magnit maydoniga ega separatorlar*, kuchsiz magnitli rudalarni boyitish uskunalari esa *kuchli magnit maydoniga ega separatorlar* nomlarini olgan.

Kuchli magnitli rudalarni boyitish separatorlarida, odatda, *ochiq magnitli tizimlar* (65,  $a$ -rasm), kuchsiz magnit maydoniga ega separatorlarda esa *yopiq magnitli tizimlar* (65,  $b$ -rasm) qo'llaniladi.



Birinchisi – ajratishning ishchi zonasi qutblarning bir tomonida joylashuvi, ikkinchisi esa ishchi zonasi qutblar o‘rtasida joylashuvi bilan tavsiflanadi.

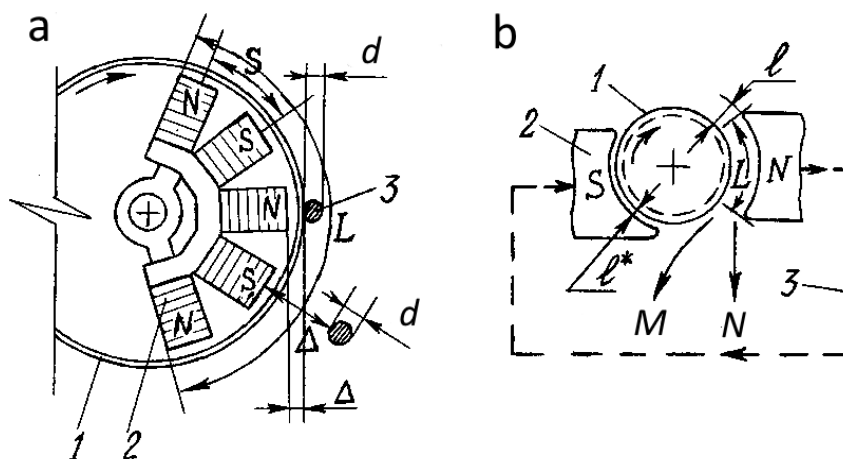
Magnitli zarralarning qutblarga tortilishi bilan, ularni tutib qolish bilan va tushirish joyiga tashish bilan birga kechadigan magnitli va nomagnitli zarralar ajralishi sodir bo‘ladigan qutblar ustidagi yoki ular o‘rtasidagi magnit tizimi maydoni *separator ishchi zonasi* deyiladi.

Separatorlar ishchi zonasi uzunligi  $L$  (65-rasmga qarang) magnitli zarralar tortilishi boshlanadigan maydon boshlanishidan nomagnitli zarralarni tushirish tugaydigan maydongacha bo‘lgan masofa bilan belgilanadi.

Separatorlar ishchi zonasining balandligi  $l$  (65-rasmga qarang) boyitiladigan material yirikligidan va uning magnitli xossalaridan kelib chiqib tanlanadi.

Yopiq magnit tizimili kuchsiz magnitli rudalarni boyitish separatorlari, odatda, uzunligi va balandligi kichik bo‘lgan ishchi zonaga ega bo‘ladi, bu katta hajmda kuchli maydon hosil qilish qiyinligi bilan izohlanadi.

Oxirgisi boyitiladigan zarralar yirikligini (odatda, 5 mm dan kichik) cheklaydi. Ochiq magnit tizimili separatorlar, odatda, ancha uzun va baland ishchi zonaga ega bo‘ladi, bu 100 mm ga yetadigan ajratiladigan material yirikligiga umumiy cheklanishlar qo‘ymaydi.



**65-rasm.** Separatorlarning magnit tizimlari sxemasi:

$a$  – ko‘p qutbli ochiq magnit tizimli separatorlar: 1 – baraban; 2 – qutblar; 3 – ruda zarrachasi;  $\Delta$  – qutblar yuzasidan zarrachagacha bo‘lga masofa;  $S$  – qutblar qadami;  $d$  – zarrachalar o‘lchami;  $b$  – yopiq magnit tizimli separatorlar:

1 – valka; 2 – qutblar; 3 – magnit zanjirining sxemali ko‘rinishi.

$L$  – ishchi zonasining uzunligi;  $l$  – ishchi zonasining balandligi;  $l^* \rightarrow 0$

### **Nazorat savollari:**

1. Magnit maydoni kuchlanganligi deb nimaga aytiladi?
2. Magnit kuchiga ta'rif bering.
3. Magnitli boyitish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni sanang

### **5.6. Magnit usulida boyitish sxemalari**

Asosiy sanoatli turdagi magnetitli va titanomagnetitli rudalarni boyitishning sxemalari mahsulot yirikligi o'zgarishining har bir operatsiyasidan so'ng chiqindilarni ajratish bilan bosqichli yanchish va magnitli separatsiya qoidasi bo'yicha tuzilgan. Yanchishning oxirgi bosqichi va magnitli separatsiyadan so'ng tayyor mahsulot olinadi. Boyitish sxemasi yetarlicha tejamli va samarali, chunki ularda "bironta ortiqcha keraksizni yanchmaslik" qoidasi amalga oshirilgan – har bir bosqich va yanchishdan so'ng ag'darmali chiqindilarga chiqariladi [24, 40, 55].

Ko'pgina fabrikalarda mayda qilib maydalangan rudaning quruq magnitli separatsiyasi qo'llaniladi. Quruq magnitli separatsiyaning vazifasi yanchishdan va chuqur boyitishdan oldin bo'sh jinslar qismlarini chiqindilarga chiqarish hisoblanadi. Ba'zan quruq magnitli separatsiya oxirgi yirik bo'lakli konsentrat (agloruda) olish imkonini beradi. Hozirgi vaqtda OFda SMIS chiqindilarida temirning massa ulushini kamaytirish uchun  $V=0,25-0,3$  Tl li PBS yangi separatorlari joriy etilmoqda.

Ayrim KBKlarda 0-300 (350) mm yiriklikdagi yirik maydalangan rudaning quruq magnitli separatsiyasi qo'llaniladi, masalan, Kimkano-Sutarsk KBKning boyitish fabrikasida. Kostomukushsk KBK da kamqiymat rudalarni oldindan boyitish karyerida yirik maydalangan rudaning quruq magnitli separatsiyasidan foydalaniladi.

Magnetitli rudalarni yanchish, odatda, uch yoki to'rt bosqichda amalga oshiriladi. Yanchishning birinchi bosqichida spiralli tasniflagichli yopiq siklda ishlaydigan sterjenli tegirmonlar yoki sharli tegirmonlar qo'llaniladi. Ikkinchi va uchinchi bosqichlarda gidrotsiklonli yopiq siklda ishlaydigan sharli tegirmonlardan foydalaniladi. Lebedinsk KBKda o'z-o'zidan yanchish texnologiyasi qo'llaniladi.

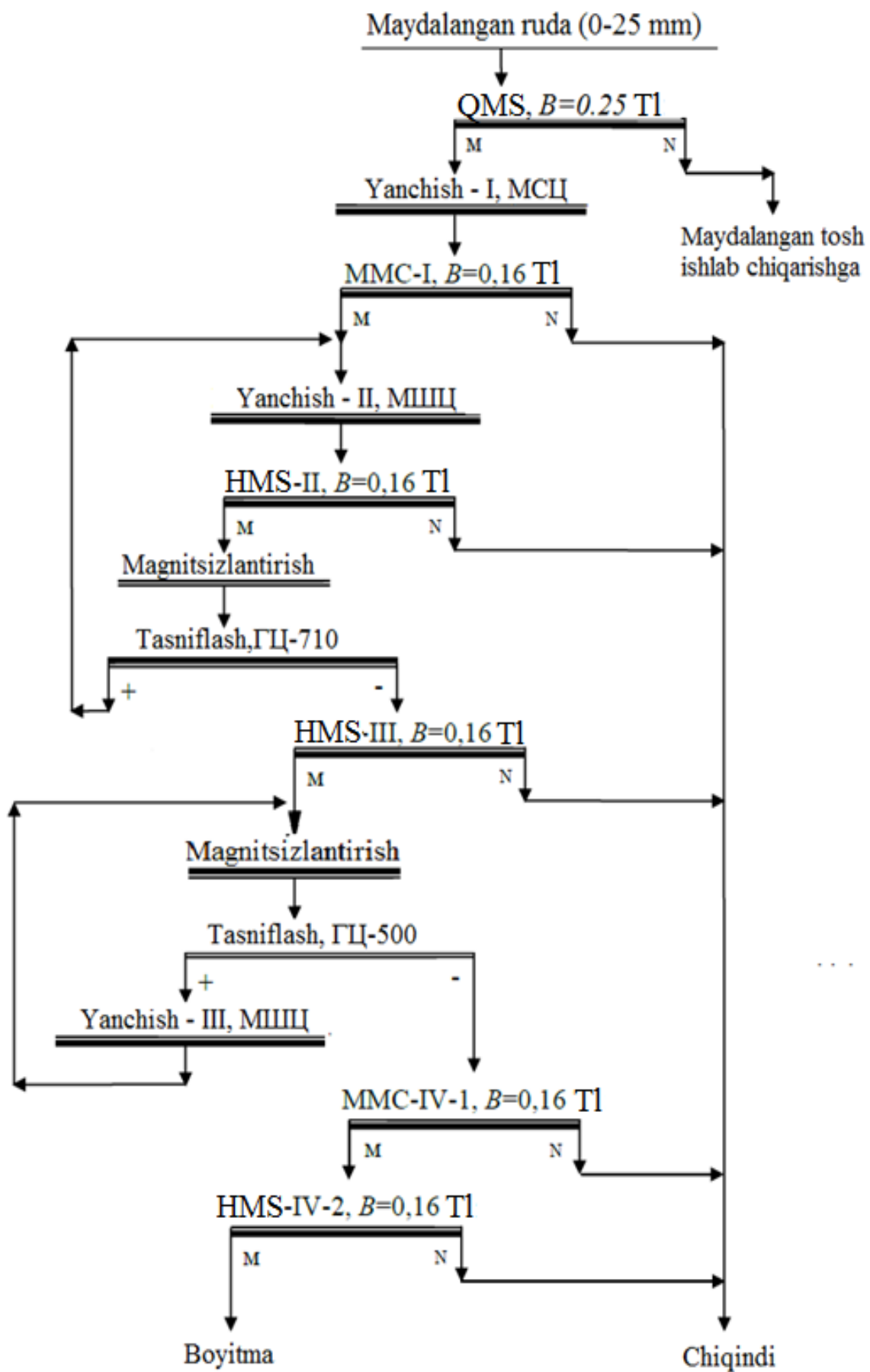
Magnitli separatsiya 2-5 bosqichda amalga oshiriladi. Magnetitli rudalarni boyitish sxemalarida magnitli separatsiya bosqichi ostida faqat yanchish sikli tayyor mahsulotlarini boyitish emas, balki yanchish sikli ichki sanoat mahsulotlarini separatsiyalash yoki yirikligi bo'yicha

ajratilgan sanoat mahsulotlarining alohida separatsiyasi ham tushuniladi. Har bir bosqichda har bir operatsiyada ag'darmali chiqindilarni ajratish bilan namli magnitli separatsiya (HMS) ketma-ket operatsiyalaridan 1 dan 3 gachasi qo'llanilishi mumkin. Nomagnit shlamlarni chiqindilarga juda to'liq chiqarish maqsadida magnetitli kvartsitlarni boyitishda HMS operatsiyalarining ko'p soni xususiyatlidir.

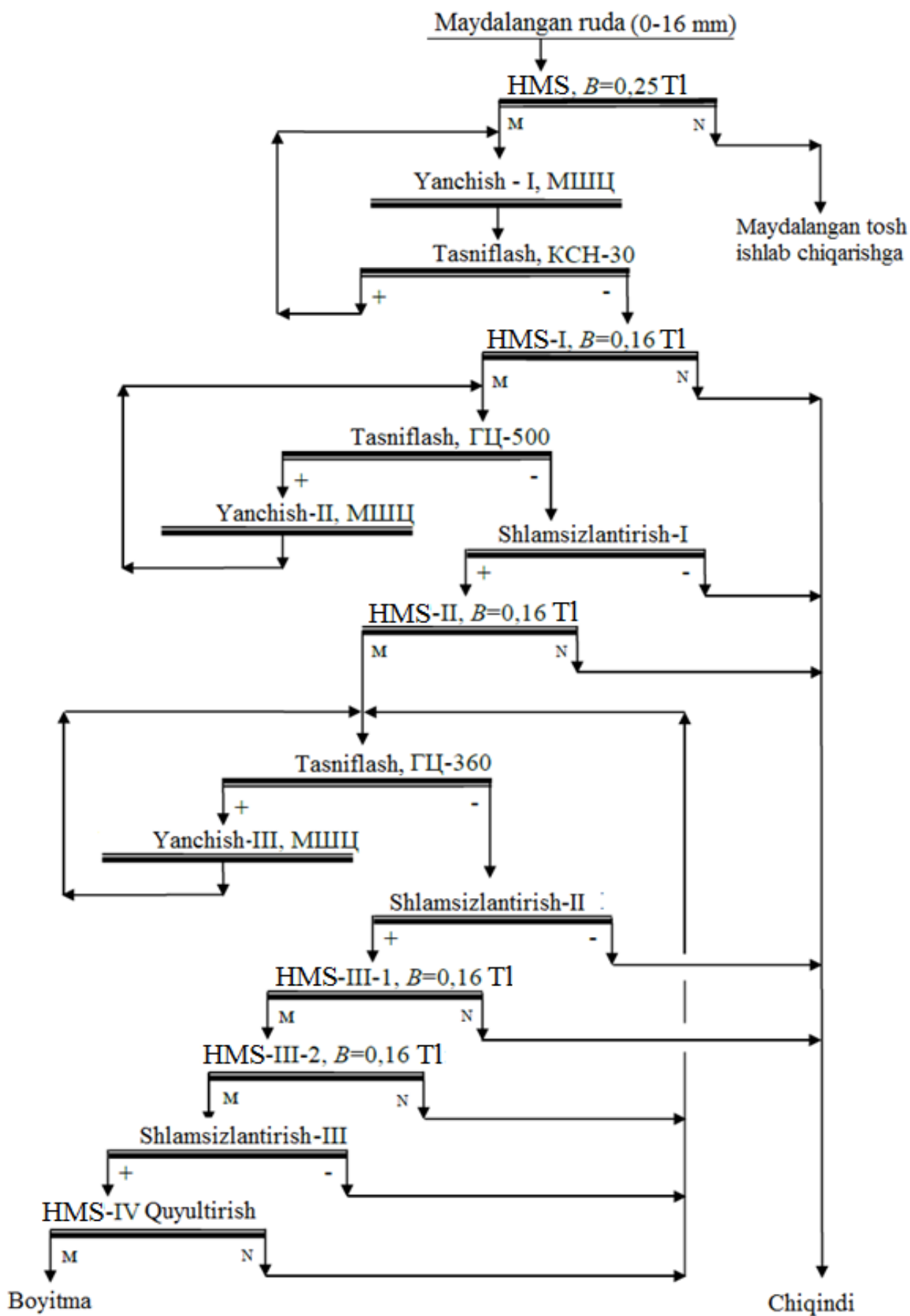
Boyitish fabrikasida asosiy boyituvchi uskunalari  $V=0,16 \text{ Tl}$  ( $0,3 \text{ Tl}$  gacha) magnit maydoni induksiyali to'g'ri oqimli, qarama-qarshi oqimli va yarim qarama-qarshi vannali PBM separatorlari hisoblanadi.

66-rasmda yanchishning uch bosqichli (birinchi bosqichda sterjenli yanchishli) va HMS ning to'rt bosqichli titanomagnetitli rudalarini (Kachkanar KBK) boyitish sxemasi keltirilgan. HMS ning to'rtinchi bosqichida ikkita ketma-ket operatsiyalari (separatsiyaning ikkita qabul qilishi) qo'llangan.

Yanchishning II bosqichi yopiq siklida ko'pgina fabrikalarda sharli tegirmonlar quyilmasida magnitli separatsiya qo'llaniladi (66-rasmga qarang), bu faqat aylanuvchi yuklanishni kamaytirishni emas, balki gidrotsiklonlarda yirikligi bo'yicha ajratish operatsiyalaridan oldin nomagnitli mahsulotga chiqarish hisobiga saqlovchi jinslarni qayta yanchishni qisman kamaytirish imkonini beradi. Bunda magnetitli rudalarni boyitishda saqlovchi jinslarni qayta yanchish, magnetitni qayta yanchish ancha zararlidir. Magnetitni qayta yanchish magnitli flokulyatsiya natijasida magnitli mahsulotga uni ajratib olishni ancha kamaytirishga olib kelmaydi, u zarralarning "yiriklashishiga" olib keladi. Biroq, magnitli flokulyatsiyada flokulalarga yupqa nomagnit zarralar tushadi, bu konsentrat sifatini ancha kamaytiradi. Bunda magnetit qancha qayta yanchilgan bo'lsa, koersitiv kuch shuncha yuqori va magnitli flokula yanada mustahkam bo'ladi. Flokulalarni to'liq yemirish yoki ulardan yupqa jinsli zarralarni chiqarib yuborish ancha qiyin. Buning natijasida yupqa jinsli zarralarning bir qismi konsentratga tushadi. Bunda mayda yanchilgan sanoat mahsulotlarida va konsentratlarda temirli kvartsitlarni boyitishda magnetit 20-50 mkm sinflarda to'planadi. Juda mayda sinflarda jinsli zarralar miqdori oshadi, juda yirik sinflarda hosilalar miqdori oshadi, bu konsentrat sifatining pasayishiga olib keladi.



66-rasm. Titanomagnetitli rudalarni boyitish sxemasi (Kachkanar KBK)



67-rasm. Temirli kvarsitlarni boyitish sxemasi (Mixaylovsk KBK)

Magnitli flokulyasiya hodisasi yiriklik bo'yicha ajratish jarayoniga (tasniflash va mayda g'alvirlash) va filtrlash jarayoniga salbiy ta'sir qiladi. Asosan skarnli magnetitli va titanomagnetitli rudalarni qayta ishlovchi fabrikalarda bo'tanani deflokulyatsiyalash uchun magnitsizlantiruvchi apparatlar qo'llaniladi (66-rasmga qarang). Bitta bosqich HMS ketma-ket operatsiyalari o'rtasida qo'llaniladigan magnitsizlantirish jinsli zarralarni chiqindilarga samarali chiqarib yuborishga yordam beradi.

Ko'pgina boyitish fabrikalarida PBM-PP separatorlarida HMS operatsiyasi filtrlashdan oldin tayyor mahsulotni quyultirish uchun qo'llaniladi.

Temirli kvarsitlarni qayta ishlovchi fabrikalarda shlamlarni chiqarib yuborish uchun gidrotsiklonlar quyilmalari va tayyor konsentratlar duch qilinadigan shlamsizlantirish operatsiyasidan foydalaniladi. Shlamsizlantirish MD-5;-9;-12 magnitli deshlamatorlarida yoki boshqa apparatlarda amalga oshiriladi.

67-rasmda yanchishning uch bosqichili (birinchi bosqichda sharli yanchishli), HMSning uch bosqichili va shlamsizlantirishning uch bosqichili asosiy boyitish sxemasi (Mixaylovchsk KBK) berilgan. HMSning uchinchi bosqichida ikkita ketma-ket operatsiyalar (separatsiyaning ikkita qabul qilishi) qo'llangan. HMS-IV qo'shimcha operatsiyasi konsentratni quyultirish uchun (quyultiruvchi HMS) qo'llaniladi.

## **VI BOB. ELEKTR USULIDA BOYITISH**

### **6.1. Elektr usulida boyitishning fizikaviy asoslari**

Foydali qazilmalarni elektr separatsiyasi uchun minerallarning elektr xossalardagi farq ishlatiladi. Elektr maydonida harakatlanuvchi mineral zarrachaga ta'sir qiluvchi elektr kuchlarining kattaligi minerallarning elektr xossalari (elektr o'tkazuvchanlik, dielektrik doimiylik va h.k.lar) ni belgilaydi.

Mineral zarrachalarning elektr maydonida turli trayektoriyalar bo'ylab harakatlanishi ularni ajratish uchun qo'llaniladi [1].

Zamonaviy elektr separatorlarida zaryadlangan zarrachalar teskari ishorali zaryadlangan elektrod bilan to'qnashib, bunda o'tkazgich zarrachalar tezda elektrodning zaryadini egallaydi va bir xil zaryadlangan zaryad sifatida bir-biridan itariladi. Elektr o'tkazmaydigan zarrachalar zaryadini o'zgartirmaydi va har xil zaryadlangan zarrachalar sifatida elektrodga tortiladi. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirlashuv (itarilish va tortishish) kuchi Kulon qonuni bilan aniqlanib, zaryadlar o'lchamining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va zaryadlar orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional.

Zarrachalarga elektr zaryadini turli usullar bilan berish mumkin: zaryadlangan elektrod bilan to'qnashib, elektr maydonida induksiyalab, qizdirib, ishqalab elektrlashtirib, mineral zarracha yuzasida ionlarni adsorbsiyalab va h.k. Ularning orasida amaliy ahamiyatga egasi: zaryadlangan yuza bilan ta'sirlashuv. Tojli (koronniy) elektrsizlantirish qarama-qarshi elektrodga yo'nalgan ionlar oqimini hosil qiladi va mineral zarrachalar ularning yuzasida ionlar adsorbsiyalanganini uchun zaryadga ega bo'ladi. Tojli elektrsizlantirish kichik diametrli elektrodga yuqori kuchlanish (20–40 kV) berib hosil qilinadi.

Elektr separatsiyada ajraluvchi minerallar yuzasining holati muhim ahamiyatga ega. Mineral yuzasiga reagentlar bilan ishlov berish orqali elektr separatorlarda zarrachaning harakatini o'zgartirish mumkin. Mineral zarrachalarga flotatsiyadan va elektr separatsiyadan oldin reagentlar bilan ishlov berish umumiy nazariy asosga ega. Gidrofil yuzalar namlikni yutadi va yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega. Elektr separatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi elektr kuchlarining miqdori kichik bo'lgani uchun u faqat o'lchami 4 mm dan kichik quruq mahsulotlar uchun qo'llaniladi.

## 6.2. Elektr maydoni va uning xususiyatlari

**Elektr maydoni** – materiyaning muhim shakli hisoblanib, fazoda elektr kuchlari, ya'ni zaryadlangan jismga ta'sir etuvchi kuchlar sifatida hosil bo'ladi va bu kuchlar zaryadlangan jismning harakat tezligiga bog'liq emas.

Elektr maydonida jismlarning chiziqlar bo'ylab harakatlanishi elektr kuch chiziqlari deyiladi.

Kuch chiziqlari oqimining zichligi elektr maydonining kuchlanganligini belgilaydi. Elektr maydonining kuchlanganligi deb, maydonning berilgan nuqtasidagi musbat zaryadga ta'sir qiluvchi kuchning shu zaryadga nisbatiga aytiladi:

$$E = \frac{F}{Q}$$

bu yerda:

F– zaryadga ta'sir qiluvchi kuch;

Q– zaryad miqdori;

Elektr maydonining kuchlanganligi maxsus birlikka ega emas. SI sistemasida kuchlanganlik Nyuton/kulon (N/Kl), yoki volt/metr (V/m)da o'lchanadi. Shuningdek, volt/santimetr (v/sm) yoki kilovolt/sm (kv/sm) birliklar ham keng ishlatiladi.

Elektr maydonining ko'rinishi (konfiguratsiya) har xil bo'ladi. Elektr maydoni bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan maydonlarga bo'linadi.

Elektr kuch chiziqlarining zichligi maydonning kuchlanganligi deb ataladi. U, shu maydonga joylashtirilgan musbat zaryadga (q) maydon tomondan ta'sir qilayotgan kuchga teng, ya'ni  $E=F/q$ , bu yerda E-elektr maydoni kuchlanganligi; F- zaryadga ta'sir qilayotgan kuch; q-zaryad miqdori .

Maydonning hamma nuqtalarida kuchlanganlik bir xil bo'lsa bir tekis maydon, har-xil bo'lsa noteks maydon deb ataladi. Noteks maydonda kuchlanganlikni o'zgarish grafigini quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\text{grad}E = \frac{dE}{dx}$$

Zarrachaning elektr maydonida olgan zaryad miqdori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = J \cdot t, \quad \text{kl (kulon)}$$

bu yerda: Q-tok kuchi J bo'lganda, t vaqt ichida zarracha ko'ngdalang kesim yuzasidan o'tgan elektr zaryadi.



Elektr zaryadlari bilan ta'sirlanayotgan muhit dielektrik o'tkazuvchanligi bilan xarakterlanadi. U, zaryadning muhitga ko'rsatayotgan kuchi, vakuumdagiga nisbatan qancha kichikligini ko'rsatadi

$$E = F_o / F,$$

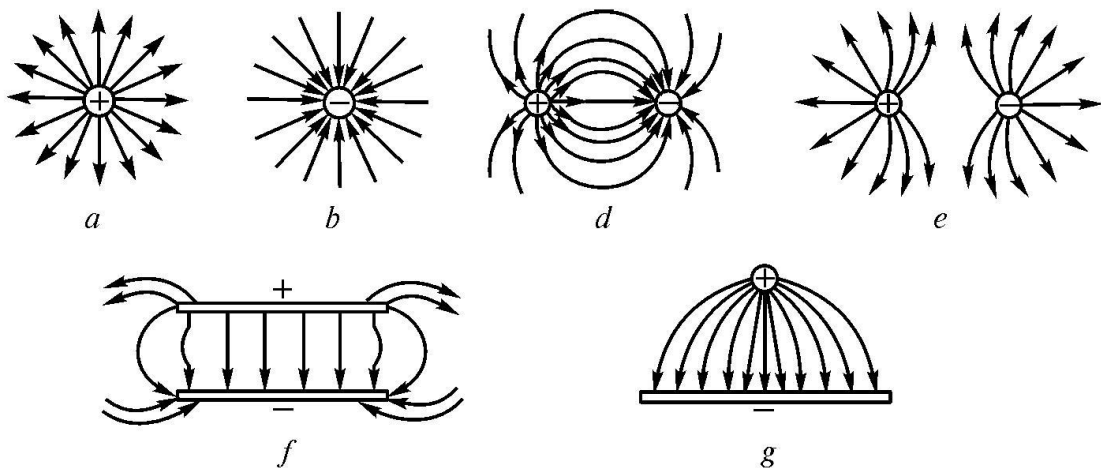
bu yerda,  $F_o$ - zaryadlarning vakuumda o'zaro ta'sirlanish kuchi;  $F$ -zaryadlarning berilgan muhitdagi ta'sirlanish kuchi.

Dielektrikning mutloq dielektrik o'tkazuvchanligi

$$E_a = E \cdot E_o$$

bu yerda,  $E_o$ -elektr doimiyligi, ( $E_o = 8,85 \cdot 10^{-12}$ ,  $f / m$ )

$E$ - dielektrikning dielektrik o'tkazuvchanligi.



**68-rasm.** Elektr maydonlarining konfiguratsiyasi

a–nuqtali musbat zaryad; b–nuqtali manfiy zaryad; d–ikkita har xil zaryadli; e–ikkita bir xil zaryadli; f–har xil zaryadli plastinkalar orasida; g–har xil zaryadlangan o'tkazgich va plastinka orasida

Jismlarning asosiy xossaligidan biri ularning elektr o'tkazuvchanliklaridir, ya'ni, elektr tokini o'tkazish qobiliyatidir. Elektr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi simens(sm) bo'lib, u, 1A tok o'tayotganda uchlarida kuchlanganligi 1V bo'lgan o'tkazuvchining elektr o'tkazuvchanligiga teng [11].

Om qonuniga binoan mineral zarrachaning elektr o'tkazuvchanligi

$$G = \frac{J}{U} = g \frac{S}{e}, \quad \text{Sm (A/V)}$$

bu yerda,  $G$  - o'tkazuvchanlik, sm;

$J$  - tok miqdori, A;

$U$  - potentsiallar ayrimasi, v;  
 $g$  - solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, sm/m;  
 $S$  - zarrachaning qirqim yuzasi, m<sup>2</sup>;  
 $e$  - zarracha uzunligi, m.

Ko'pincha solishtirma elektr o'tkazuvchanlik degan tushuncha ishlatiladi. Bu jismdagi tok zichligini elektr maydoni kuchlanganligiga nisbatiga teng (o'lchov birligi sm/m),  $\sigma = i/E$ , sm/m.

Jismning solishtirma qarshiligi shu jismning solishtirma elektr o'tkazuvchanligining teskari qiymatiga teng (o'lchov birligi Om·m).

Saralagichlarda elektr maydoni elektrodning biriga yuqori kuchlanganlikka (110-50 kV) ega bo'lgan o'zgarmas tok berish bilan amalga oshiriladi.

Tojli elektr statik saralagichlarda esa, qo'shimcha havo ionlashtiriladi.

### **Mineral zarrachalarni zaryadlash usullari**

Elektr separatsiyada asosan mineral zarrachalarning elektr o'tkazuvchanligi, dielektrik o'tkazuvchanligi, ishqalash orqali elektrlash va adgeziya xossalaridagi farq ishlatiladi [2].

Elektr o'tkazuvchanligiga qarab minerallar 3 guruhga bo'linadi:

- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $10^2$ – $10^3$  Sm/m li o'tkazgichlar;
- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $10$ – $10^8$  Sm/m li yarim o'tkazgichlar;
- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $<10^{-8}$  Sm/m li dielektriklar;

Bu guruhlardagi minerallarning har biri solishtirma qarshilikning ma'lum qiymati bilan xarakterlanadi. O'tkazgichlarga solishtirma qarshiligi  $<10^9$  Om·m, dielektriklarga  $>10^{12}$  Om·m minerallar kiradi [11].

Elektr maydonida o'tkazgichlar va dielektriklar o'zlarini turlicha tutadilar. Agar elektr maydoniga o'tkazgich joylashtirilsa, uning yuzasida elektr zaryadlari hosil bo'ladi, bunda o'tkazgichning bir uchida ortiqcha elektronlar hosil bo'ladi (manfiy zaryad), ikkinchi uchida esa elektronlar yetishmaydi (musbat zaryad). O'tkazgich elektr maydonidan chetlashtirilsa ikkala qarama–qarshi zaryadlar muvozanatlashadi va jism zaryadsizlanadi. O'tkazgich zaryadlangan jism bilan to'qnashganda tokni yaxshi o'tkazgani uchun bir xil zaryad hosil qilib zaryadlangan jismdan itariladi.

Dielektriklar esa elektr maydonida o'zini boshqacha tutadi. Dielektrikning har qaysi molekulasida bir vaqtning o'zida ham manfiy,

ham musbat zaryadlar joylashadi; shuni qayd qilish kerakki dielektrikning istalgan hajmida umumiy musbat zaryad manfiy zaryadga teng va dielektrikning har qaysi molekulasi elektr dipoli hisoblanadi.

Agar dielektrikni elektr maydoniga joylashtirilsa, uning ta'siri ostida zaryadlarning siljishi va maydonning kuchlanganligi yo'nalishida elektr dipollarining oriyentatsiyasi sodir bo'ladi. Dielektrikning yuzasida zaryadlar paydo bo'ladi. Elektr maydonining ta'siri ostida dielektrikdagi zaryadlarning siljishi qutblanish deyiladi. Qutblangan dielektrikning yuzasida hosil bo'lgan zaryadlar bog'langan zaryadlar deyiladi.

Qutblanish—bu elektr maydoni ta'sirida dielektrikda bog'langan zaryadlar joylashishini o'zgartirishni tartibga solish. Bu o'zgarish dielektrikdagi manfiy bog'langan zaryadlar yuqoriroq potensial yo'nalishida, musbat bog'langan zaryadlar esa pastroq potensial tomonga ko'chadi.

**Mineral zarrachalarni zaryadlash usullari.** Boyitishda ishlatiladigan elektr separatsiya usullarining ko'pchiligi uchun mineral zarrachalarni zaryadlash (yoki qutblash) muhim ahamiyatga ega. Mineral zarrachalarni zaryadlashning eng ko'p tarqalgan usullarini ko'rib chiqamiz.

**Ionlash orqali zaryadlash.** Mineral zarrachalarni tojli elektrsizlashtirish maydonida zaryadlash usuli keng tarqalgan. Tojli elektrsizlashtirish gazlarda elektrsizlantirishning ko'rinishi hisoblanadi. Har qanday gaz—ideal dielektrikligiga qaramay elektrodlar orasida tok manbaining yetarli quvvatida elektr toki paydo qiladi. Bu hodisaning sababi elektrodlar orasidagi oraliqda joylashgan gaz (havo) ionlashishi va buning natijasida gazda elektr zaryadlarini tashuvchi (musbat yoki manfiy zaryadlangan ionlar va elektronlar) ning paydo bo'lishidir.

Ionlashishning mohiyati neytral molekuladan elektronlarni yo'nib olish va erkin elektronlarning bir qismini neytral molekula va atomlarga birlashtirishdir. Buning natijasida bir yoki bir necha elektronlarini yo'qotgan molekulalar musbat ionlarga, bir yoki bir nechta elektronlarni birlashtirib olgan molekulalar esa elektr manfiy ionlarga aylanadi.

Yaqinida ionlashgan gazning nurlanishidan hosil bo'ladigan elektrod tojlantiruvchi elektrod tojlantiruvchi elektrodga yondashgan nurlanuvchi zona tojlantiruvchi qatlam deyiladi.

Tojli elektrsizlashtirishning tashqi zonasi faqat bir xil ishorali zaryadga ega. Bu tojlantiruvchi elektrodning qarama—qarshi ionlarni yutib, bir xil zaryadli ionlarning esa tashqi zonaga itarilib, qarama—qarshi (yerga ulangan) elektrodga tomon yo'nalishi bilan tushuntiriladi.

Agar tojli elektrsizlashtirishning tashqi zonasiga mineral zarracha joylashtirilsa, unga zaryadlangan ionlar yutiladi. Zarrachaga oʻrnashgan ionlar qancha koʻp boʻlsa, zarracha shuncha koʻp zaryad oladi.

### **Ishqalanish va zaryadlangan yuza bilan taʼsirlashish orqali elektrlashtirish.**

Maʼlum sharoitda bir–biriga ishqalanish natijasida barcha fizik jismlar oʻlchami va ishqalanish zaryadining ishorasi turlicha boʻlib elektrlanadi. Bitta jismning oʻzi boshqa, unga ishqalanuvchi jismning fizik xossalari qarang oʻlchami va ishorasi turlicha zaryad olishi mumkin. Masalan, metallar shishaga ishqalanganda manfiy, kauchukka ishqalanganda esa musbat elektrlanadi. Har xil turdagi jismlar bir–biriga ishqalanganda ular oʻlchami bir xil, ishorasi har xil elektr zaryadlari bilan zaryadlanadi [1].

Mineral zarrachalarning ishqalanish orqali elektrlanishi ularning elektrostatik maydonda oʻzini turlicha tutishi bilan tushuntiriladi.

Tajriba natijasida elektrostatik maydonda bir xil mineral zarrachalarning hamma vaqt musbat zaryadlangan, boshqalarning esa manfiy zaryadlangan elektrod tomonga ogʻishini, minerallarning bir qismini esa elektrodlar qutblanishini sezmasligi aniqlangan. Bu birinchi va ikkinchi turdagi minerallarning ular ogʻadigan elektrodning ishorasiga teskari triboelektr zaryadi ishorasiga, ogʻishmaydigan zarrachalar esa juda kichik ishqalanish zaryadiga ega ekanligini koʻrsatadi.

Mineral zarrachalarni, shuningdek, zaryadlangan elektrod bilan toʻqnashtirib ham elektrlashtirish mumkin. Turli xil elektr oʻtkazuvchanlikka ega zarrachalar zaryadlangan elektrod bilan toʻqnashganda ular turli kattalikdagi zaryadlarni oladi. Nisbatan yuqori elektr oʻtkazuvchanlikka ega minerallar birozdan soʻng elektrod bilan bir xil ishorali zaryad oladi, dielektrik zarrachalar esa elektrodga tortilgan qoladi. Zaryadlangan yuzada elektr oʻtkazuvchi va dielektrik minerallarning oʻzini turlicha tutishi ularni elektr maydonida ajratishda keng ishlatiladi.

Mineral zarrachalarni zaryadlashning boshqa usullari elektr usulida boyitish amaliyotida koʻp tarqalmagan.

### **Ruda va minerallarning elektr xossalari**

Minerallar elektr oʻtkazuvchanliklari boʻyicha uch turga boʻlinadi:

1. Solishtirma elektr oʻtkazuvchanligi  $10^2 - 10^3$  sm/m boʻlgan minerallar oʻtkazgichlar deb ataladi (ularning solishtirma qarshiligi  $10^9$  Om.m dan kichik boʻladi).

2. Solishtirma elektr oʻtkazuvchanligi  $10 - 10^{-8}$  sm/m boʻlgan

minerallar yarim o‘tkazgichlar deb ataladi. Ularning asosiy xususiyati, haroratni ortishi bilan elektr o‘tkazuvchanligi oshib boradi.

### 30-jadval

#### Minerallarning elektr xossalari

№	Mineral	Elektr xossalari		
		Solishtirma qarshiligi, Om	Dielektrik o‘tkazuvchanlik	Elektr o‘tkazish qobiliyati
1.	Olmos	$10^{14}$	16,5	O‘tkazmas
2.	Apatit	$10^{16}$	7,4-10,5	O‘tkazmas
3.	Biotit	-	10,3	Yarim o‘tkazgich
4.	Volframit	$7 \cdot 10^7$	15,0	Yarim o‘tkazgich
5.	Galenit	$3 \cdot 10^5$	81,0	O‘tkazgich
6.	Gematit, martit	$3 \cdot 10^6$	81,0	O‘tkazgich
7.	Gips	-	6,8	O‘tkazmas
8.	Grafit	$7 \cdot 10^4$	81,0	O‘tkazgich
9.	Disten	-	5,7-7,2	O‘tkazmas
10.	Oltin	-	-	O‘tkazgich
11.	Ilmenit	-	33,7-81,0	O‘tkazgich
12.	Kalsit	$10^{11}-10^{16}$	7,8-8,5	O‘tkazmas
13.	Kassiterit	$8 \cdot 10^{14}$	27,7	O‘tkazgich
14.	Kvars	$10^{16}-10^{21}$	6,5	O‘tkazmas
15.	Magnetit	$1 \cdot 10^2$	33,7-81,0	O‘tkazgich
16.	Monatsit	$10^{14}$	12,0	O‘tkazmas
17.	Molibdenit	$10^8$	-	O‘tkazgich
18.	Pirit	$4 \cdot 10^3$	33,7-81,0	O‘tkazgich
19.	Platina	-	-	O‘tkazgich
20.	Rutil	-	81	O‘tkazgich
21.	Siderit	$10^4$	7,4	O‘tkazgich
22.	Sillimanit	-	9,3	O‘tkazmas
23.	Stavrolit	-	6,8	O‘tkazmas
24.	Sfalerit	-	7,8	O‘tkazgich
25.	Smitsonit	$10^{14}$	8,0	Yarim o‘tkazgich
26.	Sfen	-	4,0-6,6	Yarim o‘tkazgich
27.	Tantalit	$10^6$	-	O‘tkazgich
28.	Titanomagnetit	$1,2 \cdot 10^2$	-	O‘tkazgich
29.	Turmalin	-	6,9	O‘tkazmas
30.	Flyuorit	$5 \cdot 10^{14}$	6,7-7,0	O‘tkazmas
31.	Xalkopirit	$1,5 \cdot 10^4$	-	Yarim o‘tkazgich
32.	Xromit	-	-	Yarim o‘tkazgich
33.	Sirkon	$10^{14}$	17,6	O‘tkazgich
34.	Serussit	-	23,1	O‘tkazgich
35.	Sheelit	$4 \cdot 10^{15}$	8-12,0	O‘tkazmas

3. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $10^{-8}$  sm/m dan kichik bo'lgan minerallar o'tkazmaslar (dielektriklar) deb ataladi. Ularning solishtirma qarshiligi  $10^{12}$  Om.m dan yuqori bo'ladi.

Ma'lumki, har qanday qattiq jismda elektronlar bo'ladi. Ular avvalo atomning yadrogga yaqin turgan elektron orbitalarini to'ldiradilar. Bunday elektronlar jismning elektr o'tkazuvchanligiga qatnashmaydilar. Elektr o'tkazuvchanlikka yadrodan uzoqroqda joylashgan to'ldirilmagan orbitalarda aylanuvchi elektronlar qatnashadilar. Bunday elektronlarni o'tkazuvchanlik maydonidagi elektronlar deb ataladi. Agar, to'ldirilgan orbitadan to'ldirilmagan orbitaga elektronlarni o'tishi katta energiya talab qilmasa, ular tashqi elektr maydoni ta'sirida atomdan-atomga o'tadilar. Bunday atom ko'rinishga ega bo'lgan minerallar o'tkazuvchilar deb ataladi.

Boshqacha qilib aytganda, elektr maydoniga joylashtirilgan o'tkazgichlarda ma'lum qism elektronlar atomdan chiqib ketadi va o'tkazgichda musbat zaryadlangan ionlar sinchi (karkas) hosil bo'ladi va ularda "erkin zaryadlar" – elektronlar harakat qiladi. Bu elektr toki oqimi degani.

Agar o'tkazgichni elektr maydoniga joylashtirilsa, uning sirtida elektr zaryadlari paydo bo'ladi. Bir uchi musbat (elektronlar yetishmaydi), boshqa uchi manfiy (elektronlar ortiqcha) zaryadlanadi. Elektr maydonidan chiqarilsa qarama-qarshi zaryadlar muvozanatlashib, o'tkazgich zaryadsizlanadi. Agar o'tkazgichni zaryadlangan jismga tekizilsa, o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lganligi sababli jism zaryadi ishorasi bilan bir xil bo'lgan zaryadga ega bo'ladi va jismdan qochadi.

Ikkita zaryadni o'zaro ta'sir kuchi Kulon qonuniga bo'ysunadi

$$F_K = \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot r^2},$$

bu yerda,  $q_1$  va  $q_2$  zaryadlar miqdori;

$r$  -zaryadlar orasidagi masofa;

$\varepsilon$  - muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi.

Agar, elektronlarga to'lgan orbita bilan elektronlarga to'lmagan orbita orasidagi energiya darajasining farqi katta bo'lsa, tashqi elektr maydoni ta'sirida elektronlar bir pog'onadan boshqa pog'onaga o'ta olmaydi. Bunday atom ko'rilishiga ega bo'lgan minerallar tok o'tkazmaydilar. Ularni tok o'tkazmaslar yoki dielektriklar deb ataladi [2].

Dielektriklarning har-bir molekulasida ham manfiy, ham musbat zaryadlar mavjud. Dielektrikning har qanday hajmidagi manfiy zaryad musbat zaryadga teng, shuning uchun dielektrikning molekulasini elektr

dipoli desa ham bo'ladi.

Agar, dielektrikni elektr maydoniga joylashtirilsa, maydon ta'sirida, maydon kuchlanganligi yo'nalishi bo'yicha elektr dipollarning tartibli joylanishi yuz beradi. Dielektrik sirtida elektr zaryadi hosil bo'ladi: bir uchida manfiy, ikkinchi uchida musbat. Dielektrik sirtida hosil bo'lgan zaryadlarni bog'langan zaryadlar deb ataladi. Bog'langan zaryadlar modda (atom, molekula, ion) tarkibiga kiruvchi va ichki molekulyar kuchlar bilan ma'lum holatda ushlab turilgan zaryadlardir.

Dielektriklarda "erkin zaryadlar" bo'lmagani uchun ular elektr tokini o'tkazmaydilar. Dielektriklarni elektr xossalari, uning tarkibiga kiruvchi molekulalarning dipol momentlari bilan baholanadi.

$$P = q \cdot l$$

bu yerda,  $q$  – molekulalarning musbat (manfiy) zaryadlari soni;

$l$  - manfiy va musbat zaryadlar og'irlik markazlari orasidagi masofa.

Tashqi elektr maydoni ta'sirida dielektrikdagi bog'langan zaryadlarni holatini tartibli o'zgartirishiga dielektrikni qutblanishi deb ataladi.

Dielektrik qutblanishining o'lchami hajm birligidagi molekulalar (atomlar) dipol momentlarining vektor yig'indisi bilan belgilanadi.

$$P = \varepsilon_0 \cdot h \cdot E$$

bu yerda,  $h$ -hajm birligidagi dielektrikning qutblanuvchanligi;

$E$ -maydon kuchlanganligining vektor yig'indisi.

$$E = E_0 + E_r$$

bu yerda,  $E_0$ -tashqi elektr maydoni kuchlanganligi;

$E_r$ -bog'langan zaryadlar maydoni kuchlanganligi.

Qutblanuvchanlik fizik miqdor bo'lib, kuchlanganligi  $E$  bo'lgan elektr maydoni ta'sirida atom (molekula, ion) elektron qobig'ini deformatsiyalanish qobiliyati bilan tavsiflanadi.

Natijada atom (molekula, ion) qo'shimcha elektr dipol momentini hosil qiladi.

$$P = \alpha \cdot \varepsilon_0 \cdot E$$

Dielektrikning qutblanuvchanligi uning dielektrik o'tkazuvchanligi bilan baholanadi. Bu miqdorning fizik ma'nosi zaryadlarni dielektrikga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi vakuumdagiga nisbatan qancha kichikligini ko'rsatadi.

Taxminan, jismning elektr o'tkazuvchanligi qancha yaxshi bo'lsa, uning dielektrik o'tkazuvchanligi shuncha yuqori bo'ladi. (26-jadval.)

O'tkazgichlar bilan dielektriklar oralig'ida o'rtacha tok

o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan juda ko'p minerallar bo'lib, ularni yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Ularning asosiy xossalaridan biri past haroratda elektr tokini o'tkazmasalarda, ozgina haroratni ortishi ularni o'tkazuvchan qilib qo'yadi. Bundan tashqari, yarim o'tkazgichlarga yorug'lik yoki bosim ta'sir ettirilsa, yoki tez harakatlanuvchi zarrachalar bilan nurlantirilsa ular tok o'tkazadigan bo'lib qoladilar.

Yarim o'tkazgichlarning yana bir ahamiyatga molik xossalaridan biri «teshik» (dirochnoy) tok o'tkazuvchanligidir. Uning fizik ma'nosi shundan iboratki elektronlarga to'lgan orbitadan elektronlarga to'lmagan orbitaga elektronlar o'tishi natijasida, bu orbita to'lmagan bo'lib qoladi va bo'sh joy «teshik» hosil bo'ladi. Tashqi elektr maydoni ta'sirida bo'sh joyga esa pastki pog'onadan elektronlar o'ta boshlaydilar va ular tok o'tkazish jarayoniga qatnashadilar.

Demak, yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi «elektron» va «teshikli» elektr o'tkazish xossalaridan iborat ekan [2].

### **Nazorat uchun savollar**

1. Elektr usulida boyitish asoslari bilasizmi?
2. Elektr maydoni va uning xossalari haqida tushuntirib bering?
3. Kulon kuchining ahamiyati haqida tushuntirib bering?
4. Minerallarning elektr xossalari.
5. Elektr usulida boyitish asoslari bilasizmi?
6. Elektr maydoni va uning xossalari haqida tushuntirib bering?
7. Kulon kuchining ahamiyati haqida tushuntirib bering?
8. Minerallarning elektr xossalari.

### **6.3. Elektr maydonida zarrachalarga ta'sir qiluvchi omillar**

Elektr separatsiya boyitiluvchi mahsulotning xossalari, separatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi, mahsulotni separatsiyaga tayyorlash usuli, jarayon borishining texnologik tartibi kabi bir qator omillarga bog'liq [2].

Zarrachalarning elektr o'tkazuvchanligi elektr separatsiya samaradorligiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatuvchi yerga ulangan elektrodda elektrsizlanish tezligini va qoldiq kattaligini belgilaydi.

**Minerallarning elektr o'tkazuvchanligidagi** farq qancha katta bo'lsa, ularning separator ishchi maydonida harakatlanish traektoriyasi shuncha sezilarli farq qiladi va buning natijasida minerallarni ajratish



osonlashadi. Yaxshi elektr o'tkazuvchanlikka ega zarrachalar yerga ulangan elektrodda tez elektrsizlanadi va uncha katta bo'lmagan qoldiq zaryadga ega bo'lib, mexanik kuchlar ta'sirida barabandan u bilan to'qnashgan zahoti uziladi.

Zarrachalarning yomon elektr o'tkazuvchanligi elektr tortishish kuchlari hisobiga zarrachalarni baraban yuzasida ushlab turishga imkon beruvchi kattalikdagi qoldiq zaryadni saqlab qolishni ta'minlaydi. Zarrachalarning elektr o'tkazuvchanligi qancha kichik bo'lsa, ular barabanda shuncha uzoqroq ushlanib turadi va yuqori elektr o'tkazuvchi zarrachalar zonasidan shuncha uzoqda bo'ladi.

**Zarrachalarning o'lchami** ularning tojli elektrsizlantirish maydonida oladigan zaryadini belgilaydi. Biroq zarrachaning o'lchami ortishi bilan uni yuzasidan uzuvchi markazdan qochuvchi kuch ham ortadi. Zarrachalar o'lchamidagi farq katta bo'lganda ularni aniq ajratish qiyinlashadi. Yirik tok o'tkazmaydigan zarracha mayda tok o'tkazadigan zarracha bilan bir vaqtda barabandan uzilishi va aksincha, juda kichik o'tkazuvchi zarrachalar o'tkazmaydigan fraksiyaga tushib qolishi mumkin. Shunday qilib, elektr separatsiyada yuqori texnologik ko'rsatkichlarga erishish uchun mahsulotlarni boyitishdan avval klassifikatsiyalanadi.

Agar boyitilayotgan mahsulotda changsimon zarrachalar sezilarli miqdorda bo'lsa, minerallarning elektr separatsiyasi keskin yomonlashadi. Shuning uchun jarayonni o'tkazishdan oldin mahsulot changsizlantirilishi kerak.

**Minerallarning moddiy tarkibi va ularning aralashmadagi miqdori.** Ajratiluvchi minerallar moddiy tarkibining doimiy emasligi, ularda boshqa aralashmalarning mavjudligi elektr separatsiya ko'rsatkichlariga jiddiy ta'sir qilishi mumkin. Masalan, sirkonga temirli minerallarni tushib qolishi uning elektr o'tkazuvchanligini shunchalik oshirib yuboradiki, natijada u o'tkazuvchi fraksiyaga tushadi [11].

Separatsiya ko'rsatkichlari, shuningdek, dastlabki mahsulotdagi ajraluvchi minerallarning miqdoriga bog'liq. Agar aralashmada dielektriklarning miqdori kam bo'lsa, bu holda yuqori sifatli o'tkazgichli fraksiya olish mumkin, va aksincha, dielektriklarning miqdori ko'p bo'lsa, o'tkazgichlar fraksiyasini olish uchun bir nechta tozalash jarayonlarini qo'llash talab qilinadi.

**Elektrodlardagi kuchlanganlik.** Tojli elektroddagi kuchlanganlik elektrodlar orasidagi bo'shliqda tojli tok kuchini belgilaydi va elektr separatsiya jarayonini boshqarishda muhim parametr hisoblanadi. Elektrodlar orasidagi kuchlanganlikning ortishi bilan tojli tok kuchi ortadi.

Havoning yaxshi ionlashishi elektrodlar orasidagi bo'shliqda ionlar sonining ortishi natijasida kuchliroq elektr zaryadlarini olishga hamda ko'p sonli zarrachalarni zaryadlashga ham imkon tug'diradi.

**Elektrodlar orasidagi masofa.** Tojli tok, shuningdek, minerallarning tojli elektrsizlantirish maydonida zaryadlash samaradorligi tojli va yerga ulangan elektrodlar orasidagi masofaga bog'liq. Bu masofani kamaytirib tojdagi tokni ko'paytirish mumkin yoki aksincha.

Elektrodlar orasidagi masofani o'zgartirib, xuddi tojli elektroddagi kuchlanganlikni o'zgartirishdagi kabi elektr separatsiyani boshqarish mumkin. Elektrodlar orasidagi masofa separatsiya tartibi ishlab chiqilayotgan paytda belgilanadi va separator ishlab turgan paytda o'zgartirilmaydi.

**Yerga ulangan elektrodning aylanish tezligi.** Elektr separatsiyada barabanning chiziqli (aylanma) harakatlanish tezligi zarrachani baraban yuzasidan uzib tushiruvchi asosiy markazdan qochuvchi kuch orqali namoyon bo'ladi.

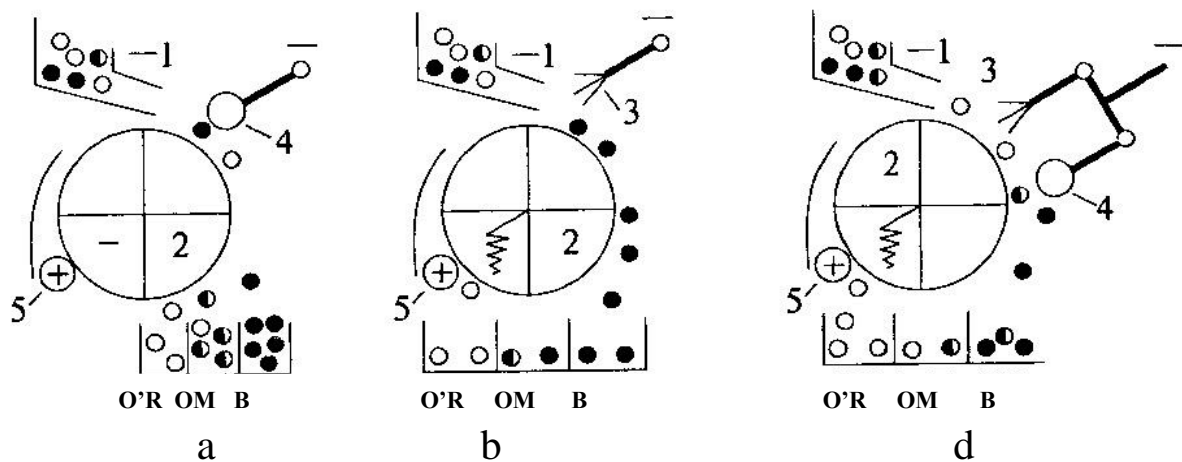
Markazdan qochuvchi kuchning ortishi bilan o'tkazuvchi zarrachalarning ajralishi uchun qulay sharoit yaratiladi, biroq haddan tashqari oshirish o'tkazuvchilar fraksiyasiga baraban yuzasida elektr tortishish kuchlari bilan ushlanib turilmaydigan elektr o'tkazmaydigan zarrachalarni ham o'tib ketishiga olib keladi. O'tkazuvchi fraksiyaning o'tkazmaydiganlar bilan ifloslanishi barabanning aylanma harakatlanish tezligi kamayib ketganda ham kuzatiladi.

Shuningdek, separatorning ishlab chiqarish unumdorligi ham cho'ktiruvchi elektrodning aylanma harakatlanish tezligiga bog'liq. Aylanma harakatlanish tezligining ortishi bilan separatorning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish mumkin, biroq bu bilan separatsiya mahsulotlari sifatini yaxshilashga hamma vaqt erishib bo'lmaydi.

Mahsulotning yuqori namligi elektr separatsiyaga ikki tarafdin salbiy ta'sir ko'rsatadi. Namlik minerallarning, ayniqsa o'tkazmaydigan minerallarning tabiiy elektr o'tkazish xususiyatini kuchli darajada o'zgartirishi va ularning moddiy tarkibi hamda elektrofizik xususiyatidan qat'iy nazar zarrachalarning yopishib qolishiga olib keladi. Puch tog' jinslarining mayda zarrachalari qimmatbaho mineralga yopishib, konsentratga ajraladi va uning sifatini yomonlashtiradi. Shunday qilib, ortiqcha namlikni yo'qotish elektr usulida boyitishdan oldingi bajarilishi shart bo'lgan jarayon hisoblanadi.

Elektr separatsiyada mahsulotning yuza namligi asosiy rol o'ynaydi. Mahsulot yuzasidagi namlikni yo'qotish harorati  $150^{\circ}$ – $200^{\circ}$ C. Bunday haroratda quritilgan mahsulot 0,5–1% namlikka ega bo'ladi [2].

Elektrostatik saralagichlarda elektr o'tkazuvchi zarrachalar baraban elektrodan zaryad olib, undan qochadi. Dielektriklar esa o'z og'irlik kuchlari hisobiga traektoriyasini o'zgartirmasdan, barabanga yopishib pastga tushadi. To'siqlarni moslab, zarrachalarni ajratib olish mumkin (69-rasm, a ).



**69-rasm.** Barabanli saralagichlarning sxemalari:

- a) elektrostatik; b) tojli; d) tojli - elektrostatik saralagichlar;  
 1- bunker; 2- baraban; 3 – elektrod; 4 – elektrod; 5- barabanni tozalash cho'tkasi.

Tojli saralagichlarda o'tkazgichlar tojli elektrodga zaryadlanib, baraban elektrodga zaryadsizlanadi va undan qochadi. Dielektriklar esa, qoldiq zaryad hisobiga baraban elektrodga yopishib olib, u bilan birga aylanadilar. Yarim o'tkazgichlar esa dielektriklar bilan o'tkazgichlar orasida to'planadilar. (69-rasm, b).

Tojli elektrostatik saralagichlarda zaryadlanish-zaryadsizlanish jarayonida o'ziga tortuvchi elektrod ham qatnashadi. Tojli elektrodga zaryadlangan o'tkazgich zarracha baraban elektrodga zaryadsizlanib undan qochadi va qo'shimcha manfiy zaryadlangan elektrodga tortiladi. Bu traektoriyasini kengaytirishga olib keladi.

### Nazorat uchun savollar

1. Elektr separatorlar qanday tuzilishga ega?

2. Plastinkasimon elektrostatik separator tuzilishini aytib bering.
3. Barabanli tojli elektr separatorining sxemasini tushuntirib bering.
4. Elektr separatsiyaga ta'sir etuvchi omillar haqida tushuntirib bering?
5. Minerallarning moddiy tarkibi va ularning aralashmadagi miqdori.
6. Elektrodlardagi kuchlanganligini bilasizmi?
7. Yerga ulangan elektrodning aylanish tezligi haqida tushuntirib bering?

#### **6.4. Elektr separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari**

**Elektr separatorlarining tuzilishi.** Rudali va noruda foydali qazilmalarni boyitishda elektr separatsiyaning quyidagi usullari keng tarqalgan:

*elektrostatik separatsiya*– elektrostatik maydonda amalga oshiriladi.

*tojli separatsiya*–tojli razryadli elektrsizlashtirish maydonida amalga oshiriladi (zarrachalar ionlashish orqali zaryadlanadi).

*tojli–elektrostatik separatsiya*–tojli elektrostatik maydonda amalga oshiriladi.

Kamdan–kam hollarda dielektrik separatsiya ishlatiladi.

Elektr separatsiyasi usullarining bunday tasnifiga asosan elektr separatorlarini quyidagi asosiy guruhlariga bo'lish mumkin.

*elektrostatik* (barabanli, kamerali, pog'onali, plastinkasimon),

*tojli va tojli–elektrostatik* (barabanli, kamerali);

*triboadgezion*;

*dielektrik*;

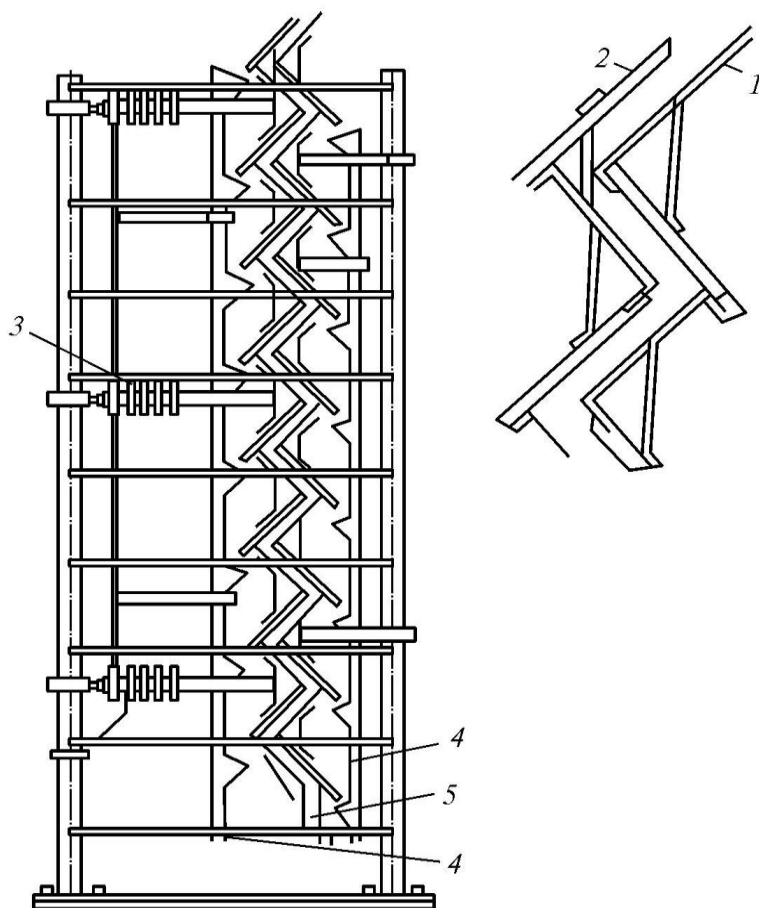
Har qanday elektr separatorining tuzilishi zarrachani zaryadlovchi moslama va mineral zarrachaning ajralishi sodir bo'luvchi separatsiya zonasi bilan aniqlanadi.

Zaryadlovchi moslama va separatsiya zonasi alohida va birlashgan holda tayyorlanishi mumkin. Elektr separatorlarining ajralmas qismi–yuqori kuchlanish manbai.

Mineral zarrachalarni elektr–o'tkazuvchanlikka qarab boyitish uchun o'n oltita parallel plastinkasimon elektrodlerden tuzilgan plastinkasimon pog'onali separator ishlatiladi (70–rasm). Pastki elektrodlar bir tekis, yuqorilari 2–jalyuzisimon. Plastinkasimon

elektrodlarning bir qatori yerga ulangan, izolyatorlar 3 ga ulangan boshqa qatordagi elektrodlarga yuqori kuchlanganlik beriladi [11].

Dastlabki mahsulot elektrodlar orasida yuqoridan pastga harakatlanib, o'n olta elektr maydoni ta'siriga uchraydi. Tok o'tkazuvchi zarrachalar tekis elektrodan uziladi va teskari elektrodning jalyuzlari orqali o'tib, qabul qiluvchi idish 4 ga tushirib olinadi. Tok o'tkazmaydigan zarrachalar separatorning hamma kaskadlaridan o'tib qabul qiluvchi idish 5 ga tushadi.



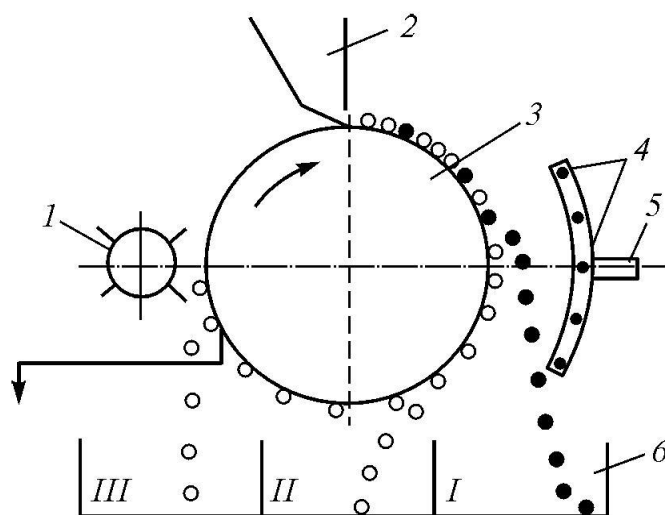
**70-rasm.** Plastinkasimon elektrostatik separator.

1 – ostki elektrodlar; 2 – ustki elektrodlar; 3 – izolyatorlar;  
4-5 – qabul qilgichlar

Bu jarayon plastinkalarning qiyalik burchagini, ular orasidagi masofani va beriladigan kuchlanganlikni o'zgartirib boshqariladi.

Amaliyotda barabanli tojli va tojli–elektrostatik separatorlar eng ko'p ishlatiladi. 71–rasmda barabanli tojli elektr separatorining sxemasi keltirilgan.

Qutichada podshipniklarda metall baraban–cho‘ktiruvchi elektrod 3 aylanadi. Undan ma’lum masofada alohida quti 5 da barabanni hosil qiluvchiga parallel holda bir nechta ingichka o‘tkazuvchilar–tojlantiruvchi elektrodlar 4 tortilgan. Barabanning ustida yuklovchi voronka 2, ostida esa boyitish mahsulotlarini qabul qilish uchun bir nechta bo‘limlardan iborat qabul qiluvchi bunker 6 o‘rnatilgan. Barabanni yopishib qolgan zarrachalardan tozalash uchun aylanuvchi cho‘tka 1 ko‘zda tutilgan. Tojli elektrsizlanish hosil qilish uchun tojlantiruvchi elektrodga yuqori kuchlanish beriladi. Cho‘ktiruvchi elektrod yerga ulanadi [1].



**71-rasm.** Barabanli tojli elektr separatorining sxemasi

1 – cho‘tka; 2 – yuklovchi voronka; 3 – cho‘ktiruvchi elektrod;  
4 – tojlantiruvchi elektrod; 5 – quti; 6 – qabul qiluvchi bunker.

Aylanuvchi baraban orqali material bunkyerdan elektrodlar orasidagi maydonga beriladi. Baraban yuzasida mineral zarrachalar ionlar oqimidan zaryad oladilar. Tok o‘tkazmaydigan zarrachalar barabanda zaryadini o‘zgartirmaydi, uning yuzasida ushlanib qoladi va bunkerning III bo‘limiga to‘kiladi. O‘tkazuvchi zarrachalar zaryadini tez o‘zgartiradi va baraban yuzasidan har xil zaryadlangan zarracha sifatida itariladi va I bo‘limga tushadi. Yarim o‘tkazuvchi zarrachalar esa II bo‘limga bo‘shatiladi.

Sanoatda ishlatiladigan elektr separatori bir nechta barabandan tashkil topib, ularda asosiy separatsiya va mahulotlardan birini tozalash sodir bo‘ladi.

Elektr separatsiya asosan kamyob metallar rudalari (qalay, volfram, titan–sirkoniy, tantal–niobiy) ning konsentratlari sifatini me'yorga yetkazish, shuningdek, keramik mahsulotlarni, shishali qumlarni, fosforit, slyuda, olmos va h.k. larni boyitishda qo'llanadi.

## VII BOB. YORDAMCHI JARAYONLAR

### 7.1. Suvsizlantirish usullarining qisqacha xarakteristikasi. Namlkning turlari

Foydali qazilmalar ko'p hollarda suvli muhitda boyitiladi. Shuning uchun olinadigan boyitish mahsulotlarida suvning miqdori 30-90 % ni tashkil qiladi. Bunday mahsulotlarni kelgusida qayta ishlash uchun ularning tarkibidan suvni yo'qotish zarur.

Suvsizlantirish deb foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlari tarkibidan suvni ketkazishga aytiladi.

Foydali qazilmalarning mineral tarkibi va tanlangan boyitish sxemasiga bog'liq holda suvsizlantirish jarayoni foydali qazilmalarni boyitishning texnologik sxemasida turli joyni egallaydi.

Havo, radiometrik yoki elektr usullarida boyitishda kelayotgan mahsulotning namlk miqdori yuqori bo'lganda dastlabki mahsulot suvsizlantiriladi. Masalan, asbest rudalarini siqilgan havo yordamida boyitishdan oldin suvsizlantiriladi. Noyob metall rudalarining dag'al boyitmalari elektr saralagich yordamida ajratilishidan avval quritiladi.

Qayta ishlanishdan avval boyitishning oraliq mahsulotlari ham suvsizlantiriladi, agar ularning tarkibidan bir miqdordagi namlkni yo'qotish zarur bo'lsa. Bunday holda suyuq faza qayta ishlatiladi yoki chiqindi havzasiga tashlanadi. Ma'lumki, rudalarni yanchish jarayonida tegirmonga tushayotgan mahsulotning 50-60 %i qattiq mahsulot bo'lganida yanchish samarali. Boyitish fabrikalarida polimetall rudalarini boyitishda flotatsiya usulida boyitishning kollektiv-selektiv sxemasi ko'p qo'llaniladi. Olinadigan kollektiv boyitmalar qayta yanchiladi, lekin uning tarkibi 40 % gacha qattiq mahsulotni tashkil qiladi. Shuning uchun dastlab quyultiriladi [20].

Boyitish fabrikalarida texnologik jarayon uchun ko'p miqdorda suv ishlatiladi. Masalan, flotatsiya boyitmalari tarkibida 1t qattiq mahsulotga 4 m<sup>3</sup> gacha, chiqindilari tarkibida esa 10 m<sup>3</sup> gacha miqdorda suv to'g'ri keladi. Shuning uchun boyitma ham chiqindi ham suvsizlantiriladi.

Boyitmalar qish vaqtida muzlab qolmasligi uchun va tashish uchun qulaylik tug'dirish maqsadida talab darajasida suvsizlantiriladi. Chiqindilar esa ularni joylashtirish qulay bo'lishi uchun va texnologik jarayonni aylanma suv bilan ta'minlash maqsadida suvsizlantiriladi.



Suvsizlantirish usuli qattiq fazaning qumoqlilik va mineral tarkibiga, uning zichligiga va boyitish mahsulotlarining tarkibidagi namlikning miqdoriga bog‘liq.

Namlik-bu mahsulotning tarkibidagi suvning miqdori.

Namlik  $W$  (%) – bu mahsulot tarkibidagi suv massasini quruq mahsulotning massasiga nisbati:

$$W = \frac{100 \cdot q}{G + q}$$

bu yerda,  $q$  – suvning massasi;  $G$  – quruq mahsulotning massasi.

Namlik - ishchi  $W_i$ , laboratoriya  $W_l$  va tashqi  $W_t$  namlikka bo‘linadi

$$W_t = W_i - W_l$$

Laboratoriya namligi mahsulot namunasini laboratoriya sharoitida qurish holatigacha quritish yo‘li bilan aniqlanadi.

Bo‘tananing zichligi  $\delta$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) – bu bo‘tana massasini uning egallagan hajmiga nisbati:

$$\delta = \frac{M_b}{V}$$

bu yerda,  $M_b$  – bo‘tananing massasi, kg;  $V$  – bo‘tananing hajmi,  $\text{m}^3$ .

Bo‘tananing kattiklik miqdori  $P$  (%) deb quruq mahsulot massasini nam mahsulot massasiga nisbatiga aytiladi:

$$P = \frac{100 \cdot G}{G + q}$$

Mahsulotning namligi aniq bo‘lsa, uning qattiklik miqdorini topish mumkin:

$$P = 100 - W$$

Bo‘tananing tavsifi  $R$  - suyuq mahsulot massasini qattiq mahsulot massasiga nisbati:

$$R = S : Q = \frac{q}{G} = \frac{W}{100 - W} = \frac{100 - P}{P}$$

Suvsizlantirish jarayonining mexanizmiga suyuqlik bilan mahsulotning energiya bog‘lanishi sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Energiya bog‘lanish qancha katta bo‘lsa namlikni materialdan ajratish shuncha qiyinlashadi. Bog‘lanishlar kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizik-mexanik bo‘lishi mumkin [20].

Kimyoviy bog‘langan namlik mahsulot bilan katta bog‘lanish energiyasiga ega bo‘ladi va qurutish bilan yo‘qolmaydi. Bunday namlik gidrat yoki kristallanishga oid namlik deb ataladi.

Mexanik suvsizlantirishda quyidagi namliklar farqlanadi:

- gigroskopik;
- adhezion;
- kappilyar;
- gravitatsion.

Gigroskopik namlik zarrachaning yuzasida shimilish (adsorbtsiya) kuchi ta'sirida qobiq (plyonka) shaklida ushlanib turiladi. Bunday namlik mustahkam bog'langan namlik sirasiga kiradi.

Adhezion namlik zarrachalar yuzasida molekulyar kuch ta'sirida ushlanib turadi.

Kappilyar namlik zarrachalar o'rtasini to'ldiradi va ular orasida kappilyar bosim kuchi  $P_b$  yordamida ushlanib turadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_b = 2 \cdot \sigma \cdot \cos \frac{\theta}{r}$$

bu yerda,  $\sigma$  – suv va havo chegarasidagi sirt taranglik, N/m;

$\theta$  – chekka namlanish burchagi, gradus;

$r$  - kappilyar radiusi, m.

Erkin (gravitatsion) namlik gravitatsion kuch ta'sirida zarrachalar o'rtasidagi barcha bo'shliqni to'ldiradi.

Ho'l mahsulotlar o'ziga shimgan namlikning bog'lanish shakli va miqdoriga ko'ra kolloid, kappilyar-kolloid va kappilyar-g'ovak kolloid turlarga bo'linadi.

Kolloid mahsulotlar deb namlik asosan yaxshi bog'langan va shimilgan mahsulotlarga aytiladi. Namlikni yo'qotilgandan so'ng bunday mahsulotlar sezilarli darajada siqiladi. Ularga gil, jelatin va boshqalar kiradi.

Namlik asosan kappilyar kuch yordamida bog'langanda oddiy kappilyar jism deyiladi. Ularga ruda boyitmalari, kvarts qumlari va toshqumi kiradi.

Oddiy-kappilyar kolloid jismlar barcha shakldagi bog'lanishga ega bo'lgan suvni o'zida saqlaydi. Bunday jismlarga torf, yosh qo'ng'ir ko'mir va boshqalar kiradi.

Boyitish mahsulotlari tarkibidagi suvning miqdoriga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: suvlangan (suyuq), ho'l, nam, ochiq havodagi quruq va quruq.

Suvlangan (suyuk) jinslar tarkibida suvning miqdori 40 % dan ko'p va suyuqlik harakatda bo'ladi. Bunday mahsulotlarga tegirmon va klassifikator slivlari, flotatsiya boyitmalari, chiqindilar va boshqalar misol bo'ladi.

Ho‘l mahsulotlar tarkibida 15-40 % namlik bo‘lib, bunda suyuqlik oquvchan xususiyatga ega bo‘lmaydi. Bunday mahsulotlardan saqlash, tashish va qayta yuklash jarayonlarida suvning bir miqdori ajralib chiqishi mumkin.

Nam mahsulotlar tarkibida 5-15 % namlik bo‘lib, oquvchanlik xususiyatiga ega bo‘lmaydi.

Havodagi quruq mahsulotlar sochiluvchan bo‘lib, zarrachaning yuzasidagi namlik miqdori 5 % dan oshmaydi.

Quruq mahsulotlar tarkibida namlik saqlamaydi.

### **Mahsulotning namlik saqlash qobiliyati**

Mahsulotning namlik saqlash qobiliyati – bu qattiq jismning o‘zini yuzasidagi namlikni saqlash xususiyatidir.

Foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlari turli xil namlik saqlash qobiliyatiga ega bo‘lib, zarrachaning solishtirma yuzasi va zarracha bilan suvning ta'sirlashishiga sarflanadigan energiyaga bog‘liq. Minerallar yuzasida yutiladigan suvning miqdori ana shu energiya quvvatiga bog‘liq [20].

Solishtirma yuza hajmiy va massaviy bo‘lishi mumkin.

Mahsulotning birlik hajmiga to‘g‘ri keladigan yuza solishtirma hajmiy yuza  $S_V$  ( $m^2/m^3$ , yoki  $1/m$ ) deyiladi:

$$S_V = \frac{S}{V}$$

bu yerda,  $S$  – zarrachaning umumiy yuzasi  $m^2$ ;

$V$  – mahsulotning hajmi,  $m^3$ .

Mahsulotning birlik massasiga to‘g‘ri keladigan yuza solishtirma massaviy yuza  $S_M$  ( $m^2/kg$ ) deyiladi

$$S_M = \frac{S}{M}$$

bu yerda,  $M$  – mahsulot massasi, kg.

Sharsimon va kub shakliga ega bo‘lgan zarrachalar aralashmasining solishtirma massaviy yuzasi quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin:

$$S_M = \frac{6}{100 \cdot \delta} \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i}{d_i},$$

bu yerda,  $\delta$  – zarrachaning zichligi,  $kg/m^3$ ;

$d_i$  – sharning o‘rtacha diametri yoki har xil kattalikdagi kublarning qirrasini uzunligi, m;

$\gamma_i$  – alohida sinflarning chiqishi, %.

Agar zarrachaning shakli shar va kubning shaklidan farq qilsa shaklga bog‘liq bo‘lgan koeffitsiyent kiritiladi.  $K_{sh} = 0,5 \div 0,7$ . U holda mahsulotning solishtirma hajmiy yuzasi quyidagicha aniqlanadi:

$$S_v = \frac{6}{K_{sh} \cdot d}$$

Zarrachaning ichki va tashqi yuzalari farqlanadi. Tashqi yuzasi deganda zarrachaning geometrik yuzasi, ichki yuzasi deganda mikrog‘ovak va mikroyoriqchalar yuzasi tushuniladi. Umumiy yuzasi tashqi va ichki yuzalar yig‘indisiga teng.

Mahsulotning solishtirma yuzasi qancha katta bo‘lsa, unda saqlanadigan suvning miqdori shuncha katta bo‘ladi. Mahsulotning solishtirma yuzasi 74 mkm sinfdagi zarrachalar miqdoriga bog‘liq.

74 mkm sinfdagi zarrachalar miqdori, %	10	20	40	60	80	90	95
Solishtirma massaviy yuzasi, m <sup>2</sup> /kg	19	36	69	107	158	203	240

Qattiq zarracha yuzasining namlanish darajasi oquvchi suyuqlik yuzasi va qattiq jism yuzasi bilan urunma hosil qiluvchi chekka namlanish burchagi  $\theta$  bilan tavsiflanadi. Chekka namlanish burchagi nazariyada keng - noldan (suv bilan to‘la namlanish) 180 gradusgacha (umuman namlanmaslik, ya'ni suv tomchisi umuman oqmaydi) chegarada o‘lchanadi. Shunday qilib, suyuq va qattiq fazalar orasidagi bog‘lanish energiyasi qancha katta bo‘lsa, namlanish shuncha katta bo‘ladi va zarracha yuzasida shuncha ko‘p namlik ushlanib qoladi. Umuman olganda, solishtirma yuzasi va namlanishning ortishi bilan qattiq jismning namlikni saqlab qolish qobiliyati ham ortadi.

Mexanik usulda suvsizlantirishda maksimal molekulyar namlik singdiruvchanlik (MMN) – namlikning maksimal miqdori,  $W_{MMN}$  %, boyitish mahsulotlarining namlikni saqlab qolish qobiliyatining ko‘rsatkichi bo‘lib xizmat qiladi. MMN zarracha yuzasining suv bilan ta'sirlashish kuchi, bunga zarracha yuzasida saqlanib qoluvchi suv plyonkasi qalinligiga bog‘liqligi orqali aniqlanadi.

Magnetit boyitmalari uchun massaviy solishtirma yuzasi 120 m<sup>2</sup>/kg bo‘lganda  $W_{MMN}$  ning qiymati 8,5 % ni, 180 m<sup>2</sup>/kg bo‘lganda esa  $W_{MMN}$  ning qiymati 10,5 % ni tashkil qiladi [2].

Suvsizlantirish jarayonining yoki suvsizlantirish uskunasi samaradorligi  $\eta$  (%) quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\eta = \frac{100 - W_0}{100 - W_{MMN}} 100$$

$$\eta = \frac{(W_H - W_0)}{W_H} 100$$

bu yerda,  $W_H$  va  $W_0$  – mos holda mahsulotning suvsizlantirishdan oldin va keyingi namligi, %.

Shunday qilib, suvsizlantirilgan mahsulot tarkibida suvning miqdori qancha kam bo‘lsa, suvsizlantirish jarayonining samaradorligi shuncha yuqori bo‘ladi.

Suvsizlantirish jarayonlarining tavsifi. Suvsizlantirish usulini tanlash qattiq mahsulotning zichligi va o‘lchamiga, boshlang‘ich mahsulot tarkibidagi suvning miqdoriga va suvsizlantirilgan mahsulotning namlik miqdoriga qo‘yilgan talablarga bog‘liq.

Suvsizlantirish jarayoni mexanik va termik usullarda amalga oshiriladi. Mexanik usulga quyidagilar kiradi: drenajlash, quyultirish, filtrlash va sentrifugalash. Termik usulga quritish kiradi.

Drenajlash - bu og‘irlik kuchi ta'sirida zarachalar oralig‘idan suvni tabiiy holda sizib chiqishiga asoslangan qattiq va suyuq fazani ajratish jarayonidir.

Drenajlash jarayoni o‘lchami 1,0-0,5 mm dan katta bo‘lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo‘llaniladi. Bunday mahsulotlarga yirik o‘lchamdagi magnetit boyitmalari, oraliq mahsulotlar va boshqalar misol bo‘ladi. Drenajlash jarayoni mahsulotlar tarkibidan suvni yo‘qotish uchun suvsizlantirishning dastlabki bosqichi bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Quyultirish - bu qattiq va suyuq fazani ularni zichligining farqiga asoslangan holda ajratish jarayonidir.

Quyultirish jarayoni o‘lchami 1,0 mm dan kichik bo‘lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo‘llaniladi va gravitatsiya yoki markazdan qochma maydonda amalga oshiriladi [20].

Filtrlash - bu qattiq va suyuq fazani hosil qilinadigan bosim farqi hisobiga g‘ovak to‘siq orqali ajratish jarayonidir.

Filtrlash jarayoni o‘lchami 0,5-0,1 mm dan kichik bo‘lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo‘llaniladi. O‘lchami 50 mkm dan kichik bo‘lgan mahsulotlarni suvsizlantirish uchun bosim ostida filtrlash, 50 mkm dan katta o‘lchamdagi zarralar uchun esa vakuum ostida ishlaydigan filtrlash qo‘llaniladi.

Sentrifugalash - bu qattiq va suyuq fazani aylanayotgan rotorda markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish jarayonidir.

Sentrifugalash – o‘lchami 15 mm dan kichik o‘lchamdagi mahsulotlarni suvsizlantirish uchun qo‘llaniladi. O‘lchami 15-1,0 mm kattalikdagi mahsulotlar uchun markazdan qochma maydonda filtrlash, 1,0 mm dan kichik mahsulotlar uchun esa zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida cho‘ktirish qo‘llaniladi.

Qurutish - bu qattiq va suyuq fazani issiqlik (harorati) ta'sirida parlantirish natijasida ajratish jarayonidir.

Issiqlik ta'sirida qurutish jarayoniga o‘lchami 0,1 mm dan kichik bo‘lgan mayin yanchilgan flotatsiya boyitmalari va har xil o‘lchamdagi foydali qazilmalar boyitishdan avval yuborilishi mumkin.

Qurutish suvsizlantirishning eng ko‘p energiya sarf qilinadigan usuli hisoblanadi. Shuning uchun uning qo‘llanilishi texnika-iqtisodiy asoslangan bo‘lishi kerak.

## **7.2. Drenejlash. G‘alvirlarda, kovshli elevatorlarda, mexanik klassifikatorlarda suvsizlantirish**

Drenajlash orqali suvsizlantirish. Drenajlash deb donali mahsulotlardan suvli og‘irlik kuchi ta'sirida suvsizlantiriluvchi mahsulot va g‘ovak to‘siq orqali tabiiy filtrlanishiga aytiladi. Drenajlash suvsizlantiruvchi kovshli elevatorlarda, elaklarda, klassifikatorlarda, bunkerlarda va drenajlash omborxonalarida amalga oshiriladi.

Suvsizlantiruvchi kovshli elevatorlar cho‘ktirish mashinalariga, yuvuvchi tarnovchalarga o‘rnatiladi. Suv sathidan yuqorida joylashgan kovshlarda suv mahsulot va uning devorlaridagi teshiklar orqali filtrlanadi. Elevatorning o‘qi gorizontga nisbatan 60-700 ga qiya holda o‘rnatilgan. Yuqoridagi kovshlardan oqib tushayotgan suv pastki kovshlarga tushmasligi kerak. Kovshli elevatorlarda suvsizlantirilgan mahsulotlarning namligi 30 % gacha va mahsulotlarning yirikligi va suvsizlantirish vaqtiga bog‘liq.

Suvsizlantiruvchi elaklar trapetsiyasimon kesimli latun yoki po‘lat simlardan tayyorlangan teshikli to‘rdan iborat. Teshiklarning kengligi: 0,25; 0,5; 0,75 va 1 mm. qo‘zg‘almas elaklar qo‘zg‘aluvchi elaklarda mahsulotni suvsizlantirishdan oldin suvni qisman chetlashtirish uchun qo‘llaniladi. Qo‘zg‘almas suvsizlantiruvchi to‘r yassi yoki yoysimon ko‘rinishda bo‘lishi mumkin.

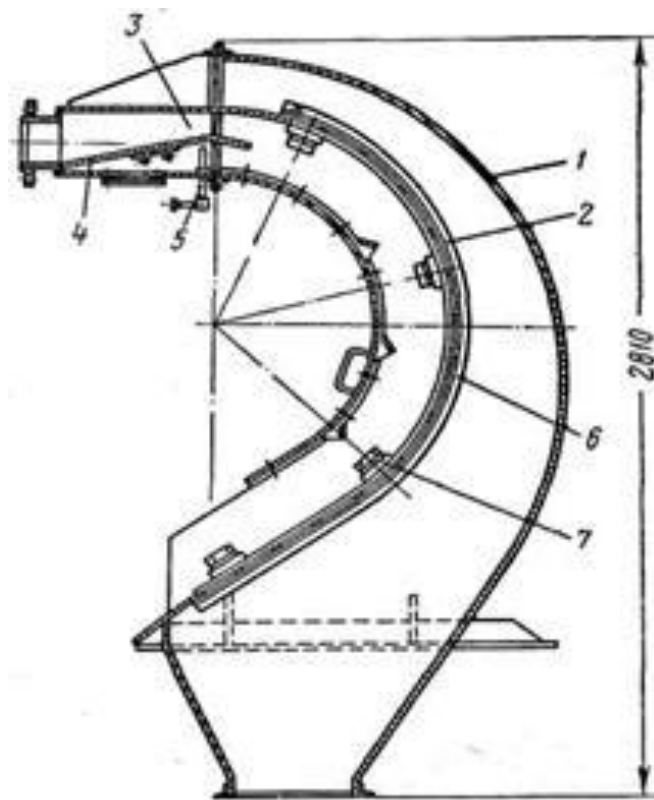
Suv elak ostida yig‘iladi va texnologik jarayonga jo‘natiladi, mahsulot esa tarnovcha orqali qo‘zg‘aluvchi suvsizlantiruvchi elaklarga

uzatiladi. Suvsizlantirish uchun tez yurar tebranuvchi, vibratsion va rezonansli elaklar ishlatiladi.

Qo'zg'aluvchi suvsizlantiruvchi elaklarda mahsulot yirik bo'laklaridan shlam va loyli zarrachalarni chetlashtirish uchun qo'shimcha tarzda suv bilan yuviladi va bu narsa mahsulot namligini pasaytiradi. Yirik ko'mirli boyitmalarning namligi elaklarda suvsizlantirilgandan keyin 6 dan 9 % bo'ladi.

Suvsizlantiruvchi mexanik klassifikatorlarda spiralning aylanish chastotasi kichik va klassifikator tog'orasining qiyaligi kattaroq. Yuqori zichlikka ega mayda mahsulotni suvsizlantirish uchun ishlatiladi. Suvsizlantirish qumlarni klassifikator tubi bo'ylab tashishda drenajlash hisobiga sodir bo'ladi. Ba'zan qumlar shlamlarni yuvib tushirish uchun suv bilan sug'oriladi. Klassifikatorlarda suvsizlantirilgan mahsulotlarning namligi 15-25 % gacha [20].

Bosim ostida ishlaydigan yoysimon g'alvir (72-rasm) quyidagi qismlardan tashkil topgan: payvandlangan yopiq quti 1, yarim silindrsimon tirqishli elak 2 va yuklovchi tirqish 3. Metall list 4 ning holatini o'zgartirish orqali mahsulot yuklovchi tirqishning o'lchami, bo'tananing kirishdagi tezligi va yoysimon g'alvirning ish unumdorligi sozlanadi.



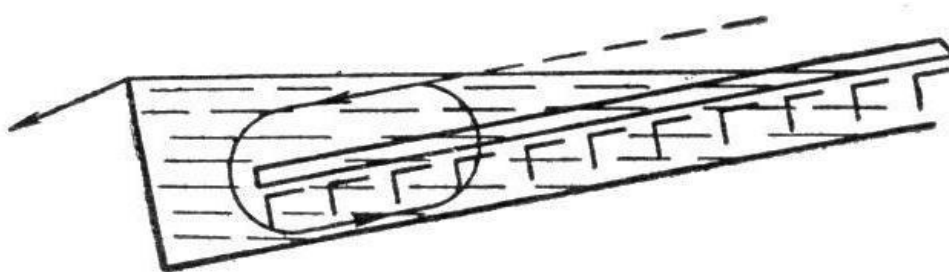
**72-rasm.** Yoysimon elak

Mahsulot yuklovchi tirqishning o'lchami vint 5 yordamida sozlanadi. Tirqishli elak burchakli tayanch 6 ga o'rnatiladi va yog'och klin 7 yordamida mahkamlanadi. Suvsizlantiradigan aralashma yuklovchi qurilmaga bosim ostida yuboriladi va elakka uning yuzasiga urinma bo'ylab berilib, oqimning tezligi 10 m/s gacha yetadi.

Yoysimon elaklarda dastlabki mahsulotdagi suvning miqdori 85 % gacha yetib, elak osti mahsulotida 35 % gacha yetadi. Aralashma elakka 7-20 kPa bosim ostida yuboriladi.

Bosimsiz elaklarda bo'tana bo'yicha solishtirma unumdorlik  $q_v=150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{soat}$ , bosim ostida ishlaganda  $q_v=200-240 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{soat}$ ga teng.

Yoysimon elaklar ko'proq ko'mir boyitish fabrikalarida va kaliy sanoatida qo'llanadi. Ularning tuzilishi oddiy va ishlatish oson. Yoysimon elaklarning kamchiligi elaklarning yuzasini yiylanishining notekisligidir (elakning yuqori qismi tez yiylanadi). Natijada ajraladigan oqimning qisqarishi elak osti mahsulotining kamayishiga va mahsulotning ajralish sifatini yomonlashishiga olib keladi.



**73-rasm.** Rekali klassifikatorda eshkaklarning harakatlanish sxemasi

Suvsizlantiruvchi bunkerlar bir necha qator temir beton yacheykalardan iborat bo'lib, ularning har biri pastki qismi piramida yoki prizma shakliga ega. Suvsizlantirilgan mahsulotni chiqarishga ikki yoki to'rtta teshik o'rnatilgan. Yacheykalar soni suvsizlantiruvchi mahsulot miqdori va suvsizlantirish vaqtiga bog'liq. Suvsizlantiriluvchi mahsulot bunkerning yacheykalariga yuklanadi va unda bir necha soat ushlab turiladi. Suv bunkerda mahsulot qatlami orqali filtrlanadi va panjarali zulfon orqali tushirib olinadi. Yirik bo'lakli boyitmalarning namligi 4-8 soat ichida 12-18 % dan 5-10 % gacha kamayadi. Mayda donali boyitmalarni 20-24 soatgacha ushlab talab qilinadi.

Drenajlash omborlari katta sig'imli inshoot. Mayda zarrachali og'ir mahsulot bo'tanasi omborning tindirgichlariga suvning asosiy qismini yo'qotish uchun beriladi. Tindirgichlarning cho'kmalari greyfer kranlar



yordamida omborning drenajlash qismida qiya beton polga g'aramlanadi. G'aramlardan suv ombor polidan o'tuvchi drenajlash ariqchalari orqali ajratib olinadi. Drenajlash omborlarida, masalan, temir boyitmalari 6-10 % namlikgacha suvsizlantiriladi.

Suvsizlantiruvchi uskunalarni ishlab chiqarish unumdorligini hisoblash

Suvsizlantiruvchi elaklar panjaraning yuza birligiga to'g'ri keladigan solishtirma yuk bo'yicha hisoblanadi. Ruxsat etiladigan yuk suvsizlantirishga tushadigan mahsulot yirikligiga, uning zichligiga, elak ko'zining o'lchamlariga bog'liq.

Ko'mirni suvsizlantirishda quyidagi yuklar qabul qilinadi (t/m<sup>2</sup>soat):

Yirik konsentrat (>6-12 mm) 1 mm li to'rda:

Bunkerlarda qo'shimcha suvsizlantirish bilan 15-20

Bunkerda qo'shimcha suvsizlantirishsiz 6-8

Mayda konsentrat (<6-12 mm) sentrifugada qo'shimcha suvsizlantirish bilan:

1 mm li to'rda 10-12

0,5 mm li to'rda 6-8

Shlamlar (<2-1mm):

0,5 mm li to'rda 2-3

0,3 mm li to'rda 1-1,2

Rudali boyitmalarni elaklarda suvsizlantirishda solishtirma yuk boyitmaning sochma zichligi ortishiga proporsional tarzda ortadi.

*Suvsizlantiruvchi bunkerlar.* Suvsizlantiruvchi bunkerlar hajmi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$V = \frac{qT}{\delta \cdot \eta}$$

Bu yerda V – bunkerning hajmi, m<sup>3</sup>;

q-suvsizlantirishga tushadigan mahsulot massasi, t/soat;

T – suvsizlantirish bitta siklining davomiyligi, soat;

δ - mahsulotning sochma zichligi, t/m<sup>3</sup>;

η - bunkerning to'ldirish koeffitsiyenti.

Suvsizlantirish bitta siklining davomiyligi bunker bitta yacheykasini to'ldirish vaqti, suvsizlantirish vaqti, yacheykani bo'shatish vaqti va uni keyingi to'ldirishga tayyorlash vaqtlarining yig'indisidan iborat. Bunker bitta yacheykasini to'ldirish vaqti.

$$t_1 = \frac{v \cdot \eta \delta}{q}$$

Bu yerda  $t_1$  – yacheykani to‘ldirish vaqti, soat;

$v$  – yacheykaning geometrik hajmi,  $m^3$ ,

$\delta$  - mahsulotning sochma zichligi,  $t/m^3$ ,

$\eta$ - bunkerning to‘ldirish koeffitsiyenti,

$m$ -suvsizlantirishga tushadigan mahsulot massasi,  $t/soat$ ;

Kokslanuvchi ko‘mirning sinflari uchun suvsizlantirish vaqti 6-8 soat, 25 mm dan yirik energetik ko‘mirlar uchun 2-3 soat, 13-25 mm li sinf uchun 4-5 soat, 6-13mm li sinf uchun 6-8 soat.

Bunker yacheykasining bo‘shatish va yana yuklash uchun tayyorlash vaqti uning sig‘imi, bo‘shatish ishini tashkil qilishga bog‘liq. 80-150 t sig‘imli yacheykaning bo‘shatish va tayyorlash vaqti taxminan 2 soatga teng. [20]

*Filtrlovchi sentrifugalalar.* Filtrlovchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi texnik xarakteristikalaridan olinadi.

*Cho‘ktiruvchi sentrifugalalar.* Cho‘ktiruvchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$V = \frac{3.5D^2L(\rho - \rho_0)d^2n^2}{100\mu}$$

bu yerda  $V$ -quyulma bo‘yicha ishlab chiqarish unumdorligi,  $m^3/soat$ -quyulish ostonasining diametri,  $m$ ;  $L$ -mahsulotni yuklash joyidan quyulish ostonasigacha bo‘lgan masofa,  $m$ ;  $\rho$  va  $\rho_0$ - tegishli tarzda qattiq va suyuq fazaning zichligi,  $g/sm^3$ ;  $d$  –quyulmadagi eng katta zarrachaning diametri,  $mm$ ;  $n$ - konusning aylanish chastotasi,  $aylan/min$ ;  $\mu$  - qovushqoqlik,  $P$ . Suvning qovushqoqligi  $\mu = 0,01\Pi$ ,  $\rho_0 = 1g/cm^3$  ga teng deb hisoblaymiz.

$$V = 3.5D^2L(\rho - 1)d^2n^2$$

*Cho‘ktiruvchi sentrifugalalar.* Cho‘ktiruvchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$V = \frac{3.5D^2L(\rho - \rho_0)d^2n^2}{100\mu}$$

bu yerda  $V$ -quyulma bo‘yicha ishlab chiqarish unumdorligi,  $m^3/soat$ ,  
 $D$ -quyulish ostonasining diametri,  $m$ ,

$L$ -mahsulotni yuklash joyidan quyulish ostonasigacha bo‘lgan masofa,  $m$ ;

$\rho$  va  $\rho_0$ -tegishli tarzda qattiq va suyuq fazaning zichligi, g/sm<sup>3</sup>;

d –quyulmadagi eng katta zarrachaning diametri, mm;

n- konusning aylanish chastotasi, aylan/min;

$\mu$  - qovushqoqlik, P.

Suvning qovushqoqligi  $\mu = 0,01\Pi$ ,  $\rho_0 = 1\text{g/sm}^3$  ga teng bo'lsa, bunda

$$V = 3.5D^2L(\rho - 1)d^2n^2$$

Cho'ktiruvchi sentrifugalarning cho'kma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi texnik xarakteristikalaridan olinadi.

*Quyultirgichlar.*Quyultirgichlarning ishlab chiqarish unumdorligini hisoblash usuli quyultirishga tushayotgan bo'tananing xossalariga bog'liq.

Koagulyatsiyalovchi moddalarni saqlaydigan suyultirilgan bo'tanani quyultirish quyultiriluvchi bo'tana va tindirilgan suv qatlami orasida aniq chegara chizig'i bo'lmasligi bilan xarakterlanadi. Bu holda quyultirgich quyulmaga o'tuvchi eng katta zarrachalarning erkin tushish tezligi asosida klassifikatsiyalovchi apparat sifatida ishlatiladi.

Quyultirgichning solishtirma cho'kish yuzasi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$f = \frac{R_1 - R_2}{g \cdot k}$$

Bu yerda: f- solishtirma cho'kish yuzasi, m<sup>2</sup>/tonna. soat;

-  $R_1$  va  $R_2$ - dastlabki va quyultirilgan mahsulotlarda suyuqlikning qattiq zarrachalarga (C: Q) bo'lgan nisbati;

-  $g$  -quyulmaga o'tuvchi nisbatan katta zarrachalarning suvda erkin cho'kish tezligi, m/soat;

-  $k$  – quyultirgichning samarali ishlatiladigan yuzasini uning umumiy yuzasiga nisbatiga teng koeffitsiyent (kq 0,5-0,6 kichik va kq 0,7-0,8 katta quyultirgichlar uchun).

Tindirilgan suv va quyultirilgan bo'tana qatlami orasida aniq chegara beruvchi quyuvq va koagulyatsiyalangan bo'tanalar uchun solishtirma cho'kish yuzasi f ning quyidagi formula orqali hisoblanuvchi maksimal qiymati qabul qilinadi.

$$f = \frac{R_1 - R_2}{g \cdot k}$$

bu yerda:

R – quyultirish jarayonida  $R_1$  dan  $R_2$  gacha o'zgaruvchi C:Q nisbati;

$g$  – quyulmaga ajraluvchi nisbatan yirik zarralarning suvda erkin tushish tezligi, m/soat; f,  $R_2$ , k avvalgi qiymatiga teng.

*Quyultiruvchi konuslar va piramidasimon tindirgichlar.* Bu uskunalarni hisoblash quyultirgichlarni hisoblash kabi olib boriladi.

### **7.3. Quyultirish jarayoni. Quyultirishga ta'sir qiluvchi omillar**

Bir tonna rudani flotatsiya usuli bilan boyitishda  $2,5 \div 3,5 \text{ m}^3$ ; gravitatsiya usulida  $3,5 \div 4,5 \text{ m}^3$  magnit usulida  $3,0 \div 3,5 \text{ m}^3$  suv sarflanadi. Hozirgi vaqtda, dunyoda yiliga  $2 \cdot 10^9$  t ruda boyitish jarayonida qatnashadi. Boyitish jarayoniga esa taxminan  $6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  suv ishlatiladi.

Suv sarfini kamaytirish maqsadida, boyitish fabrikalarida suvni qayta ishlatish yo'lga qo'yilgan. 90-95% suv mahsulotlardan ajratib olinadi va boyitish jarayoniga qayta yuboriladi. Bundan tashqari, boyitish jarayonida olingan mahsulotlarni qayta ishlash uchun suvsizlantirish talab etiladi. Buning uchun quyultirish, suzish va quritish jarayonlari amalga oshiriladi.

Quyultirish jarayonlari. Quyultirish yanchish jarayonidan so'ng, bo'tanaga ishlov berish jarayoni hisoblanadi. Quyultirish bo'tanani cho'ktirish, ya'ni qattiq zarrachalarni quyultirgich tubiga cho'ktirib, tiniq suvni ishlatishga yuborish vazifasini bajaradi. Ko'pchilik hollarda cho'kgan mahsulot tarkibida 50 % gacha suv bo'ladi. Bu esa qattiq-suyuq nisbat birga-bir demakdir. Quyultirish qayta ishlanayotgan massani yirikligi, zichligi, fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Bo'tana tarkibida turli o'lchamdagi zarrachalar mavjud bo'lib, yirik zarrachalar tez cho'kadi. Mayda zarrachalar uzoq vaqt davomida muallaq holda turadi. Zarrachalarning bir xil zaryadga ega bo'lishi peptizasiya deyiladi. Bunday holat ayrim sulfid minerallari hamda qiyin qayta ishlanadigan rudalarni qayta ishlaganda kuzatilishi mumkin. Cho'ktirish jarayonini yaxshilash maqsadida mayda zarrachalarni yirik agregat holatga keltirish kerak. Bu maqsadda koagulyant va flokulyant ishlatiladi. Koagulyant mayda zarrachalarni o'zaro biriktirib ishqoriy muhit  $\text{pH}=10,5-11,2$  hosil qilsa, flokulyant mayda zarrachalarni o'zaro bog'lab, cho'kish jarayonini tezlashtiradi.

Cho'kish og'irlik kuchi ta'sirida sodir bo'luvchi uskunalardagi bo'tananing yuqori qatlamlarida qattiq zarrachalarning konsentratsiyasi yuqori emas, shuning uchun zarrachalar o'lchami va zichligi yoki solishtirma og'irligiga bog'liq holda maksimal tezlik bilan erkin tushish sharoitida cho'kadi.

Shar shaklidagi zarrachalarning erkin tushish sharoitida cho‘kish tezligi quyidagi formulalardan aniqlanadi.

a) o‘lchami 0,1 mm dan kichik zarrachalar uchun Stoks formulasi orqali

$$v = \frac{54,5 \cdot d^2 (\rho - 1)}{\mu}, \quad sm / sek$$

b) o‘lchami 0,1 – 1,5 mm zarrachalar uchun Allen formulasi orqali

$$v_0 = 25,8 \sqrt[3]{(\rho - 1)^2 \cdot \frac{1}{\mu}}, \quad sm / sek$$

bu yerda:  $d$ -zarrachning diametri, sm;

$\rho$ -zarrachning zichligi, g/sm<sup>3</sup>

$\mu$ -muhitning qovushqoqligi, (suv uchun – 0,01 pz)

Bo‘tananing pastki qatlamlarida zarrachalar konsentratsiyasining ortishi bilan ularning cho‘kish tezligi kamayadi. Zarrachalarning konsentratsiyasi ma‘lum chegaraga yetganda cho‘kish siqilib tushish sharoitida sodir bo‘ladi. Bunda yirik, tez cho‘kuvchi zarrachalar o‘z yo‘lida mayda zarrachalar bilan ushlanib, ular bilan birga cho‘kadi.

Cho‘kma zichlashganda qattiq zarrachalarning konsentratsiyasi maksimumga yetadi, ularning cho‘kish tezligi esa 0 ga yaqinlashadi.

Siqilib tushish tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanishi mumkin.

$$v_{st} = k \cdot v_0$$

bu yerda:  $k$  – siqilib tushishda erkin tushish koeffitsiyentining kamayish koeffitsienti.

$k$  koeffitsiyentining kattaligi hisoblanishi qiyin bo‘lib bir qator omillarga bog‘liq bo‘lgani uchun, quyultirgichlarni hisoblash uchun bo‘tanadagi qattiq zarrachalarni cho‘kish tezligi tajriba yo‘li bilan aniqlanadi.

Talab qilinadigan quyultirish yuzasi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$F = Q \cdot f, \quad m^2$$

bu yerda:  $Q$  – bo‘tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori

$f$  – quyultirishning solishtirma yuzasi.

$$f = \frac{a \cdot b}{k_1 \cdot v_0 \cdot \gamma_s}, \quad m^2 \cdot soat / t,$$

bu yerda:  $a$  – dastlabki bo‘tanadagi suyuqlikning qattiq zarrachalarga nisbati;

$b$  - quyultirilgan mahsulotdagi suyuqlikning qattiq zarrachalarga nisbati;

$k_I$  – quyultirish yuzasining samarali ishlatish koeffitsiyenti (0,7-0,8);

$\gamma_s$ - suyuqlikning zichligi (suv uchun 1 g/sm<sup>3</sup>)

Quyultiriladigan aralashmalar ulardagi qattiq zarrachalarning o'lchamiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: zarrachalarining o'lchami 100 mkm dan katta bo'lgan dag'al aralashmalar, zarrachalarining o'lchami 50 – 100 mkm bo'lgan mayin aralashmalar, o'lchami 0,1 – 0,5 mkm bo'lgan xira (loyqa) aralashmalar va o'lchami 0,1 mkm dan kichik bo'lgan kolloid aralashmalar. (1mm=1000 mkm)

Dag'al aralashmalardagi qattiq zarrachalar o'zlarining og'irlik kuchi ta'sirida oson cho'kadi. Mayin, xira va kolloid aralashmalardagi qattiq zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida deyarli cho'kmaydi.

Mayin va xira aralashmalardagi qattiq zarrachalarni cho'ktirish uchun koagulyatsiya va flokulyatsiyalovchi, ya'ni juda mayda zarrachalarni molekulyar tortishish kuchi ta'sirida bir-biriga yopishtirib, ulardan nisbatan yirikroq, tez cho'kuvchi pag'a – pag'a (bodroqsimon) agregatlar hosil qiluvchi turli reagentlar qo'shiladi. Aralashmaga quyidagi reagentlar qo'shiladi; elektrolitlar, flotatsion reagentlar, kolloid koagulyantlar, noorganik reagentlar (ohak, o'yuvchi natriy, silikatlar, xlorli temir va h.k.) va organik reagentlardan kraxmal, separan, poliakrilamid.

Poliakrilamidning ta'siri shundan iboratki, suvda eriganda ularning molekullari anion va kationlarga dissotsiyalanadi va ular qattiq zarrachalarning elektr zaryadlarini neytrallab, koagulyatsiyalaydi.

Quyultirish jarayoni quyultirgichlarda amalga oshiriladi. Bo'tana quyultirgich markaziga beriladi. Cho'kib zichlangan cho'kma grabli yordamida quyultirgich markazida joylashgan chiqarib yuborish tuynugiga qarab suriladi va u yerdan nasos yordamida so'rib olinadi. Tinigan suv esa quyultirgich chetidan xalqali tarnovga tushadi.

Quyultirgichda to'rtta zona bo'ladi:

- 1) Tiniq suv zonasi;
- 2) Cho'kish zonasi;
- 3) O'tish zonasi
- 4) Zichlanish zonasi.

Bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish bo'tanani zichligiga bog'liq. Ko'pchilik bo'tana uchun birinchi zonadan ikkinchi zonaga o'tish bo'tana tarkibida 25-33 % qattiq zarrachalar tashkil etgan zichlikda boradi.

Quyultirgichdan chiqarib yuborilayotgan quyultirilgan mahsulot tarkibida 40-50 % qattiq faza bo'ladi. Quyultirgichning ish unumdorligi uning balandligiga bog'liq bo'lmasdan, uning cho'kish jarayonining tezligi va uskunaning yuzasiga bog'liq. Shuning uchun quyultirgichlarning balandligi kichik bo'lib, yuzasi katta bo'ladi.

Afzalliklari:

- 1) Uzluksiz ishlashi;
- 2) Elektr energiyasini kam sarflashi;
- 3) Tuzilishining soddaligi;
- 4) Xizmat ko'rsatishning oddiyligi.

Asosiy kamchiligi esa – bu uskunalarining yirikligi va shunga bog'liq holda katta maydonni egallashidir.

Quyultirgichlar harakatga keltirish mexanizmining joylashishiga qarab ikki turga bo'linadi: harakatga keltirish mexanizmi markazda joylashgan va harakatga keltirish mexanizmi chetda joylashgan. Shuningdek, quyultirgichlar bir yarusli va ko'p yarusli bo'ladi.

Quyultirish jarayonining asosiy vazifalari:

-sorbsiyali tanlab eritish jarayonidan oldin kerak bo'lgan bo'tana zichligini tanlash;

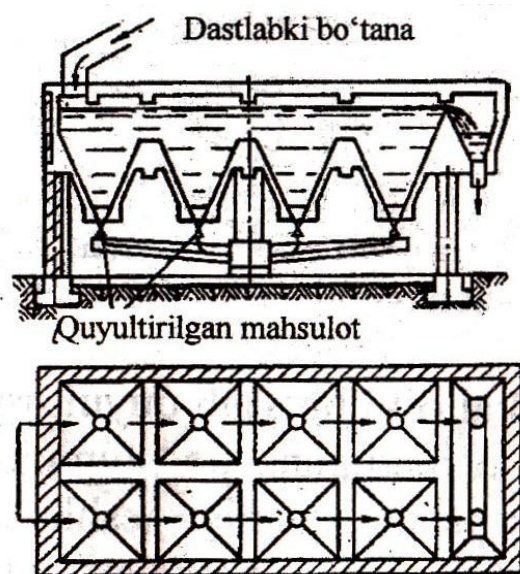
-suvni ajratib olish va uni ruda tayorlash va boyitish jarayonlariga qaytarish hisoblanadi.

5-20% gacha qattiq zarrachalar bo'lgan bo'tanani suvsizlantirishning birinchi bosqichi tindirish jarayoni hisoblanadi. Tindirish qattiq zarrachalarni og'irlik kuchi yoki markazdan qochma kuch hisobiga cho'ktirish demakdir. Tindirishning maqsadiga qarab jarayon ikki turga: suvni tiniqlashtirish va bo'tanani quyultirishga farq qiladi. Suvni tiniqlashtirishdan maqsad qayta ishlatishga qaytirilayotgan suvni qattiq zarrachalardan tozalash. Bo'tanani quyultirish esa jiplashgan cho'kma olish. Qattiq zarrachani muhitda cho'kish tezligi uning o'lchamiga, zichligiga konsentratsiyasiga va muhitning qovushqoqligiga bog'liq.

Tindirgichlar silindr shaklidagi idish bo'lib, tag qismi konussimon ko'rinishda bo'ladi. Bo'tana markaziy quvur 1 ga beriladi. Tindirilgan suv silindr yuqori qismining tashqi gardishiga o'rnatilgan nov 2 orqali, cho'kma esa aylanuvchi kurak 3 yordamida konus uchi bo'lgan quvur 4 ga tushirilib, undan nasos yordamida tindirgichdan chiqariladi..

## 7.4. Quyultirish jarayonida ishlatiladigan dastgohlar

Piramida tindirgichlar quyultiruvchi konuslar. Piramidasimon tindirgichlar quyultiruvchi konuslar bo'tana va dag'al suspenziyalarni quyultirishga mo'ljallangan.



74-rasm. Piramidasimon tindirgichlar

Quyultirilgan mahsulotga 0,1 - 0,3 mm dan katta qattiq zarrachalar, quyulmaga esa, 0,1 mm gacha yiriklikdagi zarrachalarni saqlovchi unchalik tiniqmas suv ajraladi [2].

Piramidasimon tindirgichlar temir betonli hovuzdan iborat bo'lib, u bir-biri bilan piramidasimon taglik bilan bog'lanuvchi alohida kameralarga bo'lingan. Taglikning qiyaligi 65-70°.

Taglikka teshikchalar qilingan bo'lib, ularga quyulgan mahsulotni chiqarib olish uchun kranli patrubkalar o'rnatilgan. Kameralarning o'lchami tindirgich binosi ustunining qadamiga teng qilib qabul qilinadi.

Bo'tana tindirgichning yuqori qismiga beriladi va kameradan ikkinchisiga quyiladi. Bo'tananing harakatlanish yo'nalishida uning tarkibidagi qattiq zarrachalar cho'kadi va ma'lum miqdorda yig'ilgandan keyin kran orqali tushirib olinib, quyultirilgan mahsulot to'plagichga jo'natiladi.

Qisman tinitilgan suv oxirgi kameraning devoridan oqib tushadi. Tindirgich kameralari bo'tana bilan ketma-ket va parallel to'ldirilishi mumkin.

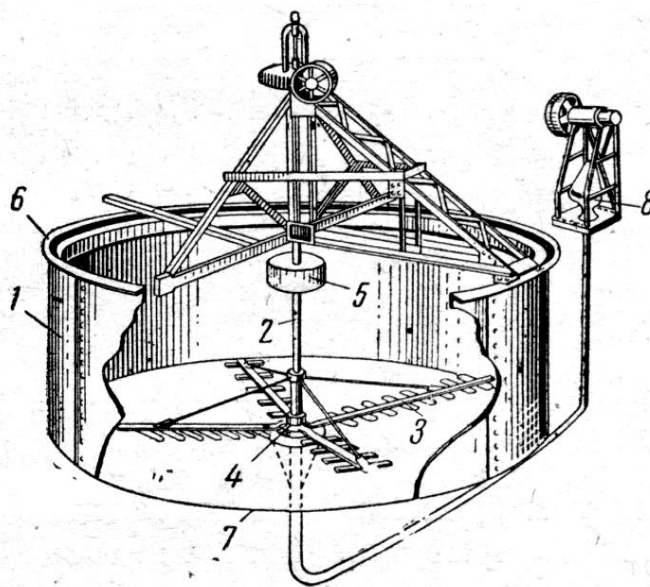


Quyultirilgan mahsulotni piramidasimon tindirgichdan chiqarib olish faqat kranli patrubka orqali emas, balki diafragmali nasos yoki shlyuzli ta'minlagich orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Shlyuzli ta'minlagich aylanishlar soni tarmoqqa ulanadigan qarshilikka qarab, o'zgaradigan elektrodvigateldan harakatga keltiriladi. Quyultirilayotgan mahsulotning zichligi kamayganda, kameraning tubiga joylashtirilgan po'kak cho'kadi va og'irlik kuchi yordamida qo'shimcha qarshilik kiritadi, bu elektrodvigatelni aylanishlar sonini kamaytirishga va quyultirilgan mahsulotni bo'shatish tezligini pasaytirishga olib keladi.

Quyultirilgan mahsulot zichligini ortishi bilan po'kak qalqib chiqadi, tarmoqdagi qarshilik kamayadi, elektrodvigatel aylanishlar soni ortadi.

### ***Silindrik quyultirgichlarda quyultirish***

Silindrik quyultirgichlar boyitish fabrikalarida keng qo'llaniladi, sababi barcha turdagi bo'tana va suspenziyalarni, shuningdek shlamli suvlarni tindirish uchun ishlatiladi.

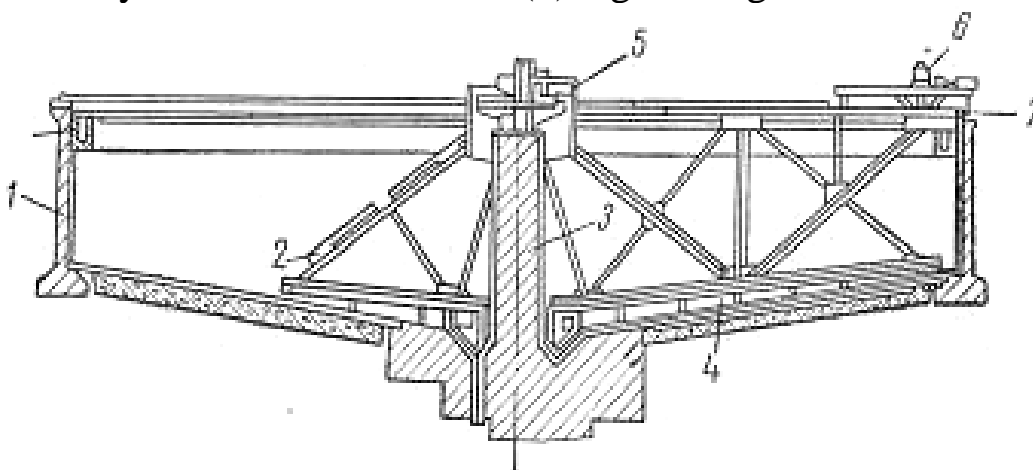


**75-rasm.** Markaziy uzatmali quyultirgich

Bir qavatli silindrik quyultirgichlarni markaziy va periferik tashqi uzatmali turlari mavjud. Markaziy uzatmali quyultirgichlar (76-rasm) odatda 25 m gacha, periferik uzatmali quyultirgichlar esa 15 m dan kam bo'lmagan diametrga ega bo'ladi [20].

Markaziy uzatmali quyultirgich. Markaziy uzatmali silindrik quyultirgichlar katta ochiq temir betonli yoki metall silindr shakldagi

chandan (1) iborat bo'lib, u chetki devordan markazga tomon 6-12° qiyalikda tekis yoki biroz konussimon (7) taglikka ega.

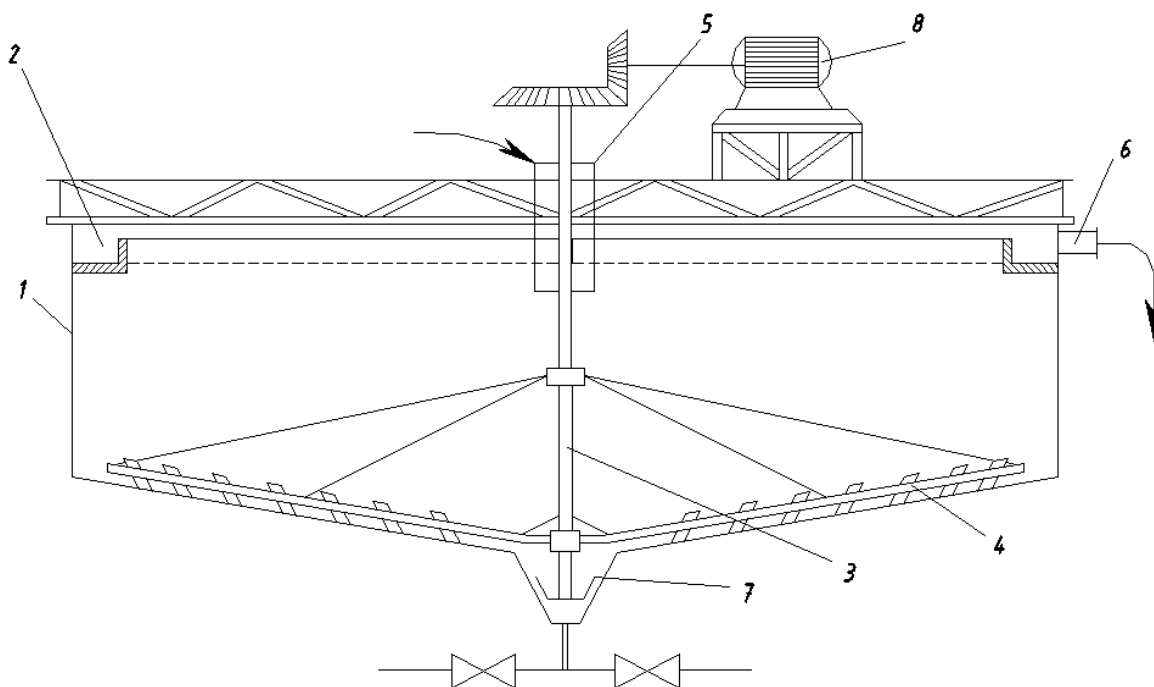


**76-rasm.** Tashqi uzatmali silindrik quyultirgich

Chan markazining pastki tomonida quyultirilgan mahsulot uchun bo'shatish voronkasi o'rnatilgan. Channing tubi bo'ylab vertikal valda (2) kurakchalar (4) o'rnatilgan eshkakli rama (3) aylanadi, u quyultirilgan mahsulotni markazga tomon kurab beradi. Odatda quyulgan mahsulotni quyultirgichdan diafragmali nasos (8) yordamida chiqarib olinadi. Bo'tana markaziy truba (5) orqali taqsimlanadi. Uning harakati yo'nalishida bo'tanadagi qattiq zarrachalarning cho'kishi va suvning tinishi sodir bo'lib, tingan suv quyultirgichning devorlari buylab xalqasimon tarnovchaga (6) oqib tushadi.

Tashqi uzatmali silindrik quyultirgich., markaziy uzatmali quyultirgichdan eshkakli ramaning tuzilishi bilan farq kiladi. U temir betonli chan (1) dan iborat bo'lib, ularda eshkakli rama (4) pastki qismida eshkaklarni ko'tarib turuvchi radial ferma (2) ko'rinishida tayyorlangan. Fermaning bir uchi channing markazida joylashgan temir beton ustunga (3) mahkamlangan, aylanuvchi podshipnikka (6) tayanadi, ikkinchi uchi esa, aylanuvchi g'ildirak yoki g'altak (5) orqali channing bortiga o'rnatilgan aylanma rels (7) bo'ylab harakatlanadi.

Tayanch qalpoqdagi tuynuk orqali bo'tana changa beriladi. Quyultirilgan mahsulot diagrammali nasos bilan ulangan channing markazida quvur orqali chiqarib olinadi. Tingan suv xalqasimon tarnovchagacha oqib tushadi.



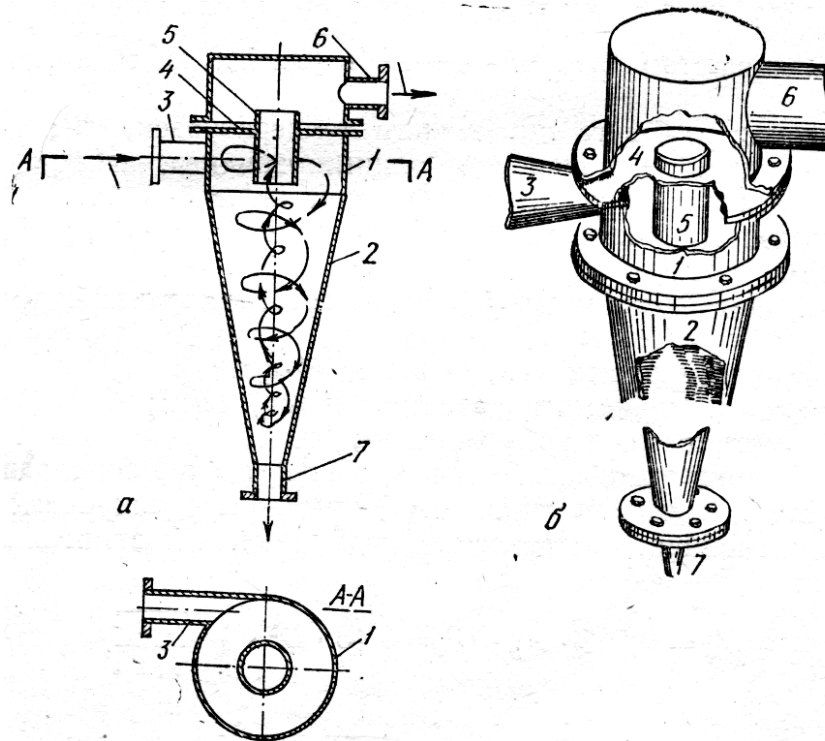
**77-rasm.** Markazdan harakatlantiruvchi periferik quyiltirgich.  
 1-korpus; 2-aylana ariq; 3-aralastirgich; 4-cho‘kmani yig‘uvchi qurilma;  
 5-boshlang‘ich mahsulotni yuklash uchun quvur; 6-tinigan suyuqlikni  
 chiqarib yuborish uchun quvur; 7-cho‘kmani bo‘shatish qurilmasi; 8-  
 yuritgich.

### **Gidrosiklonlarda quyultirish. Sentrifugalash**

Gidrosiklonlar quyultirish, tasniflash va boyitish uchun ishlatiladi.

Gidrosiklonlar quyma va po‘lat listdan payvandlangan bo‘lishi mumkin, ichki tomonidan rezina bilan qoplanadi. Bu uni yoyilib ketishidan saqlaydi. Ular silindr va konussimon qismlardan iborat bo‘lib, bo‘tana yuboruvchi va ajralgan suyuqlik chiqib ketadigan quvurlari bor.

Dastgohda berilayotgan bo‘tana katta aylanma tezlik bilan harakat qiladi. Hosil bo‘lgan markazdan qochma kuch ta‘sirida qattiq zarrachalar gidrosiklon devorlariga borib uriladi va tezligini yo‘qotib sekin-asta pastga qarab sirpanib tusha boshlaydi. Suyuqlik esa ichki aylanma harakat orqali yuqoriga ko‘tariladi va qopqoqdan teshik orqali chiqarib olinadi. 78-rasmda quyma va payvandlangan gidrosiklonlarning tuzilishi ko‘rsatilgan.



**78-rasm.** Gidrosiklon va uning tashqi ko‘rinishi

1- korpusning silindrsimon qismi; 2- korpusning konussimon qismi; 3- tangensial yo‘nalishda kiruvchi suspenziya shtutseri; 4- to‘siqlar; 5- shtutser; 6- tozalangan suyuqlik chiquvchi shtutser; 7- cho‘kma chiqadigan shtutser

Har qaysi gidrosiklon silindrsimon (1), konussimon (2) shakldagi korpusdan iborat bo‘lib, ta‘minlovchi (3) va chiqaruvchi trubka (6) va qum uchun nasadkadan (7) iborat. Ta‘minlovchi trubka korpusining silindrik qismiga urinma orqali ulangan. Buning natijasida gidrosiklonga tushayotgan bo‘tana katta burchak tezlikda aylanma harakatga keladi.

Bo‘tana tarkibidagi muallaq qattiq zarrachalar bo‘tananing aylanishidan hosil bo‘lgan markazdan qochuvchi kuch ta‘sirida korpusning devoriga siqilib, paslovchi spiral bo‘ylab pastga sirg‘anib tushadi va qumli nasadka orqali quyulgan mahsulot ko‘rinishida chiqarib olinadi.

Tingan suv gidrosiklon korpusining markaziy o‘qi bo‘ylab yuqoriga harakatlanib, chiqarib oluvchi nasadka orqali yig‘uvchi idishga tushirib olinadi.

Gidrosiklonga tushuvchi bo‘tananing kirish tezligini boshqarish uchun ta‘minlovchi trubka almashinuvchi qismlarga ega. Ular yordamida gidrosiklonning bo‘tana kiruvchi tuynugining shaklini va o‘lchamini o‘zgartirish mumkin.

Bo'tananing gidrosiklonga kirishdagi kerakli bosimi (0,3 dan 2,5 kg/sm<sup>3</sup> gacha) markazdan qochuvchi qumli nasos yordamida yoki bo'tanani yig'uvchi idish gidrosiklondan yuqori joylashib, u o'zi oqib gidrosiklonga tushadigan bo'lsa, bo'tana ustunining bosimi yordamida hosil qilinadi.

Bo'shatish tuynugining berilgan o'lchamini ushlab turish uchun egiluvchan rezina manjet qo'llanadi. Manjet xalqasimon vtulkaga siqiladi. Manjet bilan vtulka orasidagi bo'shliqqa siqilgan havo yoki moy beriladi. Bunda manjet berilayotgan havo yoki moyning miqdoriga bog'liq holda bo'shatish tuynugini hosil qilib shishadi.

### **Sentrifugalash**

Suspenziyadagi qattiq modda zarrachalarini markazdan qochma kuchlar ta'sirida ajratib olish jarayoni sentrifugalash deyiladi. Bu jarayon sentrifugalarda amalga oshiriladi.

Sentrifugalarning asosiy qismi (gorizontal) yotiq yoki tik (vertikal) o'qqa o'rnatilgan katta tezlikda aylanuvchi baraban bo'lib, u elektrik dvigatel yordamida aylanma harakatga keltiriladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziyadagi qattiq modda zarrachalari cho'kmaga tushib, suyuq fazadan ajraladi. Suyuq faza fugat deyiladi.

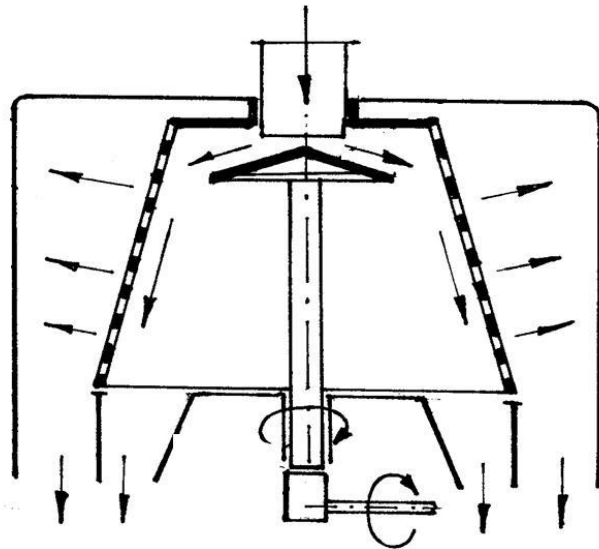
Ko'p jinsli aralashmalarni ajratish prinsipiga ko'ra sentrifugalarda ikki xil turga bo'linadi:

#### **Filtrlovchi sentrifugalarda.**

Filtrlovchi sentrifugalarning barabani g'alvirsimon to'rdan iborat bo'lib, to'ring ichki yuzasi suzgich mato bilan qoplangan bo'ladi. Suspenziya barabanning ichiga beriladi. Suzuvchi sentrifugalarda suspenziya markazdan qochma kuch ta'sirida baraban devorlariga qarab otiladi, bunda qattiq zarrachalar mato yuzasida ushlanib qoladi, suyuq faza bu kuch ta'sirida cho'kma qatlami va suzgich to'siqdan o'tib, uzluksiz sentrifugadan chiqarilib turiladi.

Cho'ktiruvchi sentrifugalarda baraban yaxlit temir plastinkalardan qilinadi. Bu sentrifugalarda bosimlar farqi markazdan qochma kuch ta'sirida hosil qilinadi. Barabanning aylanishi natijasida suspenziya baraban devorlari tomon harakat qiladi, zichligi katta bo'lgan qattiq zarrachalar baraban devori yaqinida, zichligi kamroq bo'lgan suyuq faza esa o'q atrofida to'planadi [2].

Ish maromiga ko'ra sentrifugalarda davriy va uzluksiz bo'ladi.



**79-rasm.** Sentrifuga

Baraban o‘qining o‘rnatilishiga qarab, yotiq va tik sentrifugalardan bo‘ladi. Davriy ishlaydigan sentrifugalarda cho‘kma qo‘l yordamida, og‘irlik kuchi va pichoq bilan tushiriladi. Uzluksiz ishlaydigan sentrifugalarda cho‘kma shnek yordamida inertsiya va pulsatsion kuchlar ta‘sirida tushiriladi. Sentrifugalarning ish unumdorligi ajratish koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘lib, ajratish koeffitsiyentining sentrifugalarda markazdan qochma kuchlar maydonida hosil bo‘lgan kuchlanish bilan tavsiflanadi. Sentrifugada hosil bo‘layotgan markazdan qochma kuchlar miqdorining og‘irlik kuchi tezlanishdan necha marta ko‘pligini ko‘rsatuvchi kattalik ajratish koeffitsiyenti deyiladi.

### **7.5. Filtrlash. Filtrlashning asosiy prinsiplari**

Filtrlashning nazariy asoslari Filtrlash deb, mayda zarrachali bo‘tana va suspenziyalar tarkibidagi qattiq zarrachalarni g‘ovak to‘siq orqali bosim ostida filtrlab, suvni ajratib olishga aytiladi.

Filtrlash natijasida to‘siqda ushlanib qolgan mahsulot cho‘kma, to‘siqdan o‘tgan suv filtrat deyiladi.

Filtrlash jarayonining boshlang‘ich davrida suyuqlik faqat g‘ovak to‘siqdan o‘tadi, keyinchalik to‘siq, yuzasiga cho‘kma o‘tirgandan so‘ng u cho‘kma qatlamidan ham sizib o‘tishi kerak.

Jarayon davomida cho‘kma qatlami qalinlashib boradi: shunga mutanosib suyuqlikning sizib o‘tishiga qarshiligi ortib boradi.

Cho'kma qalinligi ma'lum darajaga yetganda filtr yuzasiga bo'tana berish to'xtatiladi. Hosil bo'lgan cho'kma qatlami orqali havo o'tkazilib, u quritiladi. So'ngra filtr yuzasidan cho'kma olib tashlanadi va jarayon qaytariladi, hozirda filtr dastgohlarda filtr yuzasiga bo'tana berish, cho'kmani to'plash, uni quritish, ajratib olish kabi ishlar tartib bilan avtomatik bajariladi.

Olingan cho'kmaning tarkibida 10-20% gacha namlik bo'ladi. Namlikning miqdori zarrachalarning o'lchamiga, cho'kmaning tuzilishiga, filtrlashning turiga va boshqa omillarga bog'liq. Filtrlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kmalardagi zarrachalar bosim ortishi bilan deformatsiyaga uchrab, ularning o'lchami kichiklashadi. Siqilmaydigan cho'kmalarda filtrlash jarayoni osonroq o'tadi va cho'kmadagi namlik ancha kam bo'ladi.

Filtrlash jarayonining unumdorligi Filtrlash jarayonining unumdorligi olinadigan suyuqlikning tozaligi, asosan filtr to'siqning xususiyatlariga bog'liq. Filtr to'siqlarning teshiklari katta va gidravlik qarshiliklari kichik bo'lishi zarur. Filtr to'siqlar sifatida mayda teshiklar to'rlar, turli gazlamalar, sochiluvchan ashyolar (qum, maydalangan ko'mir va h.k.), sopol buyumlar ishlatiladi. Filtr mato sifatida paxta, yung va sun'iy tolalardan to'qilgan gazlamalar ishlatiladi.

Filtr to'siqlardan oldingi va keyingi bosimlar farqi yoki filtr matoda suyuqlik bosimini hosil qiluvchi markazdan qochma kuchlar filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi vazifasini bajaradi.

Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab filtrlash ikki guruhga bo'linadi:

-bosimlar farqi ta'sirida filtrlash.

-markazdan qochma kuchlar ta'sirida filtrlash (sentrifugalash)

Filtrlash jarayonining samaradorligi va filtrlash dastgohining ish unumi filtrlash tezligi bilan tavsiflanadi.

Filtrlash tezligi Filtrlash tezligi vaqt birligi ichida filtrdan o'tgan suyuqlikning hajmini bildiradi.

Filtrlash tezligi bo'tana, cho'kma va suyuqlikning xossalariga, filtrlash maromiga va boshqa kattaliklarga bog'liq.

Suvning filtr mato va cho'kma qatlamidan sizib o'tishini cho'kmadagi kapillyarlardan o'tishiga o'xshatish mumkin. Kapillyar naychadan o'tayotgan suvning hajmi ( $m^3/s$ ). Puazeil qonuniga binoan quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$V_K = \frac{\pi \Delta P d^4}{128 \mu l};$$

Bu yerda, P – bosimlar farqi, Pa;

d - kapillyar diametri, mm;

l- kapillyar uzunligi, mm;

$\mu$  – suyuqlikning qovushqoqligi, Pa·s.

Suyuqlikning kapillyardan oqib chiqish tezligi:

$$W = \frac{V_K}{F} = \frac{4V_K}{\pi d^2} = \frac{\Delta \rho d^2}{32 \mu l};$$

bu yerda,  $F = \frac{\pi d^2}{4}$ ; kapillyarning kesim yuzasi

$\frac{d^2}{32 \mu l} = \frac{1}{R}$ ; yoki  $\frac{32 \mu l}{d^2} = R$  bo‘lib, bu kapillyar devorlarning suv oqimiga

ko‘rsatayotgan qarshiligi, u holda,

$$W = \frac{\Delta \rho}{\mu R};$$

Bo‘tanani suzish jarayonida suyuqlik oqimiga cho‘kma va filtr mato qarshilik ko‘rsatadi, ya’ni:

$$R = r_0 h + P_0;$$

bu yerda:  $r_0$  – cho‘kmaning hajm birligidagi solishtirma qarshiligi:

h - cho‘kma qalinligi

$P_0$  - filtr matoning solishtirma qarshiligi

Yuqoridagi - formuladagi R ni qiymatiga- formuladagi qiymatini qo‘ysak, ya’ni:

$$W = \frac{\Delta P}{\mu R} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)}; \quad \text{ma'lumki}$$

$$W = \frac{dV_K}{F dt}; (19) \text{ bu yerdan:}$$

$$\frac{1}{F} \frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)}; \quad \text{va}$$

$$\frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)};$$

Cho‘kma qatlamining qalinligi:

$$h = \frac{\alpha V_K}{dt}; \quad \alpha = V_t / V_c$$

bu yerda - bir hajm suyuqlikdagi cho‘kmaning hajmi, u holda quyidagi formuladagi h o‘rniga qo‘ysak:



$$\frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta PF^2}{\mu(r_0\alpha V_K + P_0F)};$$

Yuqoridagi formulani  $\Delta R$  bosim o'zgarimas holatida integrallasak

$$t = \frac{\mu r_0 \alpha}{2\Delta PF^2} V_K + \frac{\mu P_0}{\Delta PF};$$

$$\frac{t}{V_K} = f(V_K); \text{ bo'lib,}$$

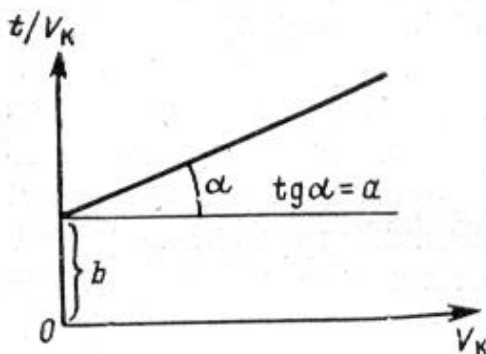
$u = ax + v$  ko'rinishida to'g'ri chiziq tenglamasi

$$\alpha = \frac{\mu r_0 \alpha}{2\Delta PF^2}; \text{ filtr egri chizig'ini og'ish burchagi tangensi}$$

( $\text{tg}\beta = \alpha$ )

$$b = \frac{\mu P_0}{\Delta PF} - \text{ordinata o'qini kesib o'tish balandligi quyidagi grafik}$$

asosida



**80-rasm.** Filtr grafigi.

$a$  va  $b$  larning qiymatlari – tajriba yo‘li bilan laboratoriya vakuum – filtr dastgohlarida aniqlanadi.

$a$  va  $b$  larning qiymatlari topilgandan so‘ng, solishtirma qarshilik  $r_0$  va  $\rho_0$  larni quyidagi formuladan topiladi.

$$r_0 = \frac{2\Delta PF^2 a}{\mu \alpha}$$

$$\rho_0 = \frac{\Delta PF b}{\mu}$$

Filtrlash jarayonida ishlatiladigan dastgohlar. Hozirgi vaqtda sanoatda ishlatilayotgan filtrlash dastgohlarining xilma-xil turlari bor. Ular

texnologik maqsadlarga, bosimlar farqini hosil qilish usuliga, filtr to‘siqlarning turiga boshqa xususiyatlariga qarab tasniflashi mumkin [5].

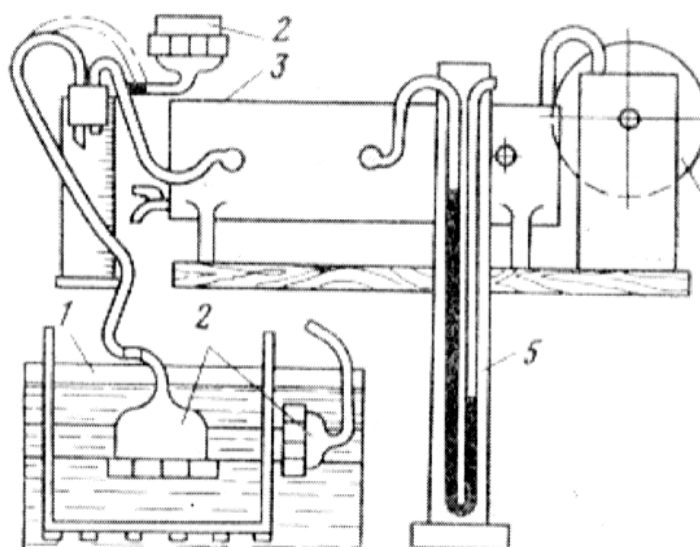
Barcha turdagi filtrlash dastgohlari filtrlash yuzasining harakatiga qarab ikki xil bo‘ladi.

1. Harakatsiz filtrlash yuzasiga ega bo‘lgan filtrlar, ramali va kamerali filtr presslar.

2. Harakatli filtrlash yuzasiga ega bo‘lgan, filtrlar, diskli va tasmali filtrlar. Bundan tashqari, filtrlar (barabanli vakuum filtrlar, diskli va lentali filtrlar), bundan tashqari, filtrlar ishlash maromiga ko‘ra davriy va uzluksiz ishlaydigan bo‘ladi.

Harakatsiz filtrlash yuzasiga ega bo‘lgan filtrlar. *Filtr - press* plita va ramalarning soni 22 tadan 42 tagacha bo‘ladi. Ramalarning qalinligi 25 – 46 mm. Plita va ramalar yon tomondan ikkita parallel joylashgan sterjenga o‘rnatiladi.

Har bir plitaga filtrlovchi gazlama kiydiriladi. Rama va plitalar gidravlik qurilma – plunjer hosil qilgan bosim yordamida siqiladi.

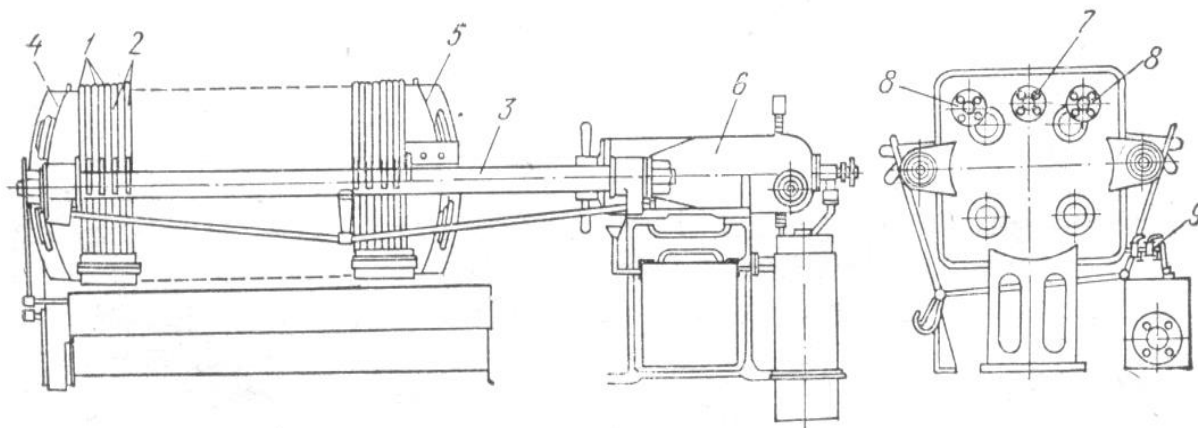


**81-rasm.** Vakuum – filtr dastgohi.

## **7.6. Filtrlarning tuzilishi, ishlash prinsipi va texnik xarakteristikasi**

Suspenziya kanalcha orqali ramaning ichiga kirib, filtrlovchi materialdan o‘tadi, so‘ngra yuzasidagi ariqchalar orqali pastga tushadi.

Filtrlash plitaning pastki qismida joylashgan kanalcha orqali chiqib, umumiy tarnovga tushadi. Ramaning ikki qismi cho‘kma bilan to‘lganda, suspenziya berish to‘xtatiladi. Shundan so‘ng yuvish uchun suv beriladi yuvish jarayoni tugagach, bo‘lgach, qo‘zg‘aluvchan plita chapga surilib, cho‘kma tushiriladi. Shunday qilib, filtr-pressning ish sikli quyidagi jarayonlardan iborat bo‘ladi:



**82-rasm.** Press filtr

1-plitalar; 2-ramalar; 3-tayanch sterjen; 4-qo‘zg‘almas plita; 5- harakatlanuvchi plita; 6-gidravlik sistema; 7- suspenziya beriladigan shtutser; 8-yuvuvchi suyuqlik beriladigan shtutser; 9- filtrat chiqadigan shtutser.

Filtrlash plitaning pastki qismida joylashgan kanalcha orqali chiqib, umumiy tarnovga tushadi. Ramaning ikki qismi cho‘kma bilan to‘lganda, suspenziya berish to‘xtatiladi. Shundan so‘ng yuvish uchun suv beriladi yuvish jarayoni tugagach, bo‘lgach, qo‘zgaluvchan plita chapga surilib, cho‘kma tushiriladi. Shunday qilib, filtr-pressning ish sikli quyidagi jarayonlardan iborat bo‘ladi:

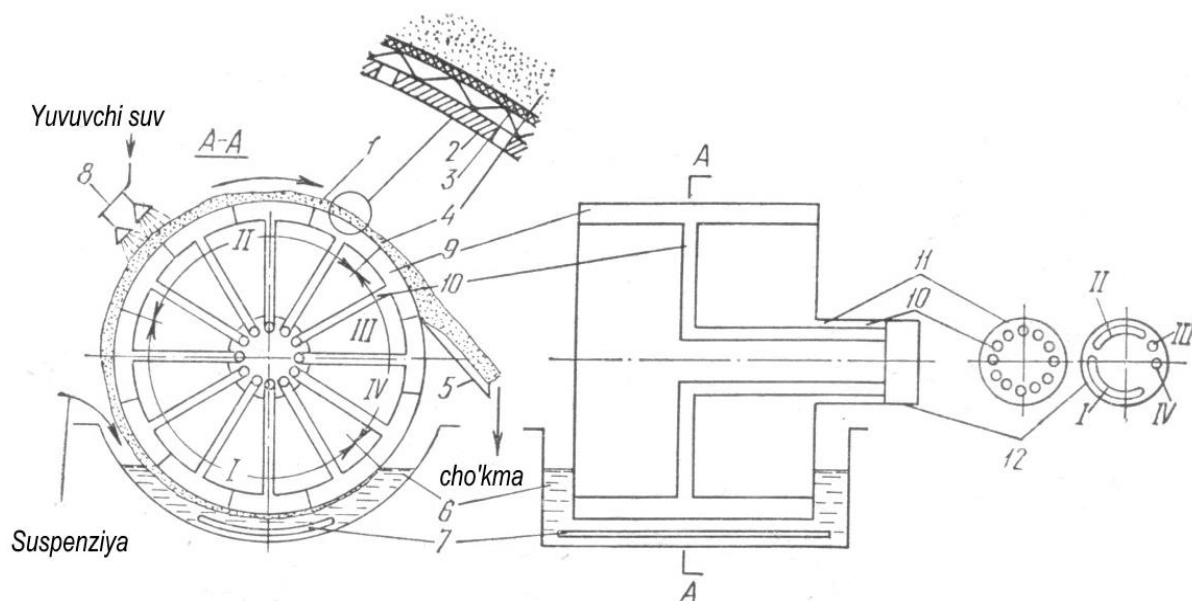
- ishga tayyorgarlik ko‘rish;
- filtrlash;
- yuvish;
- filtrdan cho‘kmani ajratib olish.

Bunday davriy ishlaydigan filtr jarayonlarni ishlatish og‘ir jismoniy qo‘l mehnatini talab qiladi, 30% vaqt yordamchi ishlarni bajarish uchun sarflanadi va bu filtratda ko‘p miqdorda gazlamalar sarf bo‘ladi.

Uzluksiz ishlaydigan filtrlash dastgohlari bu kamchiliklardan holidir. Bu dastgohlarda filtrlash, cho‘kmani quritish, yuvish, ajratib olish kabi jarayonlar bir vaqtning o‘zida olib boriladi. Bunday dastgohlarga vakuum ostida ishlaydigan barabanli, diskli, tasmali filtrlar kiradi.

Harakatli filtrlash yuzasiga ega bo'lgan, filtrlar boyitish fabrikalarida barabanli vakuum-filtrlar ishlatiladi.

Barabanli vakuum-filtrlar asosan, bo'tanani suvsizlantirish maqsadida ishlatiladi.



**83-rasm.** Barabanli vakuum-filtr

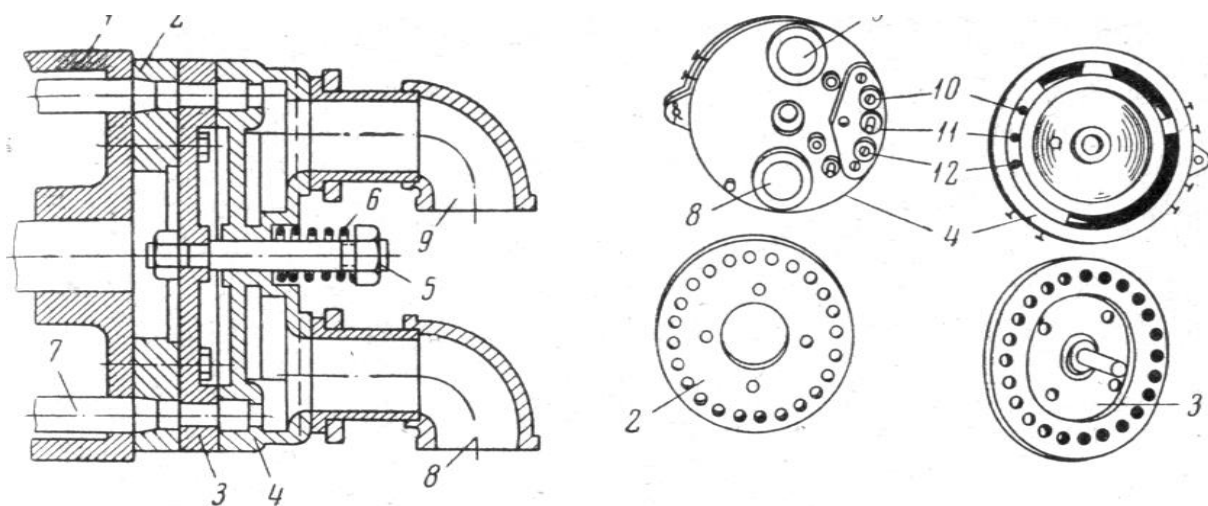
1 – teshikli metall baraban ; 2 – simli to‘r ; 3 – filtr gazlama ;  
 4 – barabanda hosil bo‘lgan cho‘kma ; 5 – cho‘kmani tushirib turuvchi pichoq ; 6 – suspenziya quyilgan tog‘ora ; 7 – tebranuvchi aralashtirgich ;  
 8 – yuvuvchi suyuqlik uzatadigan qurilma ; 9 – harakatlanuvchi qismlar bilan birlashtiruvchi trubalar ; 10 – 11 – bosh taqsimlagich ; 12 – bosh taqsimlagichning o‘zgarmas qismi.

Filtrning asosiy qismi diametri 3000 mm gacha, uzunligi 5400 mm bo'lgan gorizontal barabandan iborat. Barabanli o'qqa o'rnatilgan podshipnik va elektr dvigatel orqali asta-sekin aylanma harakat qiladi. Barabanning 1/2 qismi suspenziyali maxsus vannaga tushirilgan bo'ladi. Vannada silkinib turuvchi aralashtirgich suspenziya tarkibining bir xil bo'lishligini ta'minlab, undagi qattiqzarrachalarning cho'kmaga tushishga yo'l qo'ymaydi. Baraban ikkita silindrdan tuzilgan. Tashqi silindr g'alvirsimon bo'lib, uning ustiga metalldan yasalgan sim to'r o'rnatilgan bo'ladi [2].

Sim to'rning ustiga filtr materiali qoplangan. Barabanning filtrlovchi to'siqlaridan filtrat vakuum ta'sirida so'rib olinadi. Filtrning ustki qismida suspenziyadagi qattiq zarrachalar cho'kma qatlamini hosil

qiladi. Bu choʻkma pichoq yordamida barabanning ustki qismidan ajratib olinadi. Barabanning ichki qismi toʻsiqlar yordamida alohida sektorlarga ajratilgan. Sektorlarning soni 8; 12 va 32 ta boʻlishi mumkin. Kanallar oʻz navbatida filtrlash jarayonining barcha sikllarini bevosita avtomatik tarzda boshqaruvchi maxsus qurilma - bosh taqsimlagich bilan biriktiriladi. Bosh taqsimlagichda ikkita disk boʻlib, biri aylanma harakat qiladi, ikkinchisi esa qoʻzgʻalmas qilib biriktirilgan.

Aylanma diskda bir qancha teshiklar boʻlib, ular barabanning sektorlariga kanallar orqali trubalar bilan biriktiriladi. Qoʻzgʻalmas diskdagi teshiklar trubalar orqali vakuum nasos hamda filtratni ajratib oluvchi va yuvuvchi suyuqlik bilan choʻkmani ajratish hamda filtr toʻqimalarini tozalash uchun siqilgan havo beruvchi qurilma bilan ulangan boʻladi [5].



**84- rasm.** Vakuum-filtr taqsimlovchi kallagining tuzilish sxemasi

1 –boʻsh val; 2,3 – shaybalar; 4 – taqsimlovchi kallak; 5 – bolt;  
6 – prujina; 7 – quvur; 8,9,10,11,12 – patrubkalar.

Aylanuvchi diskning har bir teshigi disk aylanganida birin-ketin qoʻzgalmas diskning teshiklari bilan ulanadi. Shuning uchun baraban bir marta aylanma harakat qilganida filtrlash jarayonining barcha bosqichlari bajariladi. Masalan, aylanuvchi diskning teshigi qoʻzgalmas diskning kattaroq boʻlagi teshigi 3 ga toʻgʻri kelganda baraban sektorlari vakuum nasos bilan ulanadi va filtrlangan suyuqlik maxsus idishga tushadi.

Baraban aylanishi bilan qoʻzgaluvchan diskning teshiklari birin-ketin qoʻzgʻalmas diskning 4 va 5 teshiklariga toʻgʻri kelganda baraban sektorlarining yuvuvchi suyuqlik manbalari bilan ulanib, choʻkma

yuviladi. Keyin esa qo'zgaluvchan diskning teshiklari 6 va 7 to'g'ri kelganda baraban sektorlari siqilgan havo trubalari bilan ulanib, cho'kma quritiladi va filtr yuzasi odatda 5.....40m<sup>2</sup> bo'ladi.

Bunday filtrlar og'irlik kuchi ta'sirida sekin cho'kuvchi bo'tana tarkibidagi qattiq zarrachalarni ajratish uchun ishlatiladi. Bu filtrlarning quyidagi kamchiliklari bor: filtrlash yuzasi katta bo'lgani uchun katta joyni egallaydi, dastgohning bahosi nisbatan qimmat turadi.

### **7.7. Quritish.** Quritishning asosiy prinsiplari

Quritishning nazariy asoslari. Mahsulot tarkibidagi namlikni harorat ostida bug'latib yo'qotish jarayoni quritish jarayoni deb ataladi. Quritishda mahsulot tarkibidagi zarrachalar bilan mexanik va fizik kimyoviy bog'langan namlikni yo'qotiladi. Quritish jarayoni massa almashish jarayoniga taalluqli bo'ladi, chunki u issiqlik va namlikni mahsulot ichida harakatlanishi va ularning mahsulot yuzasidan atrof-muhitga uzatilishi bilan bog'liq.

Quritish jarayoni foydali qazilmalarni boyitib, tayyor mahsulot olishning oxirgi bosqichi hisoblanadi [5].

Nam materiallarni quritish jarayonini sanoatda katta ahamiyatga egadir. Quritilgan materiallarni transport vositasida uzatish arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yaxshilanadi, dastgohlar va trubalarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

Mis boyitmalarini kuydirish va eritishdan oldingi ruxsat berilgan namlik 5-7%, ko'mir boyitmalariga 7-8 %, nometall mahsulotlar tarkibidagi (talk, grafit, kaliyli tuzlar) namlik 1-2% va h.k. Bunday namlikka yuqorida ko'rib chiqilgan suvsizlantirish usullari (quyultirish, filtrlash) orqali erishib bo'lmaydi va shuning uchun ular ko'p hollarda harorat ostida quritiladi.

Qurituvchi reagent sifatida tutundan hosil bo'ladigan gazlar, qizdirilgan havo va qizdirilgan bug' ishlatilishi mumkin. Boyitish mahsulotlarini quritish uchun odatda yonilg'i yonishidan hosil bo'lgan tutunli gazlar ishlatiladi.

Issiqlik tashuvchi reagentning quritilayotgan material bilan o'zaro ta'sirlashuv usuliga ko'ra quritishning quyidagi turlari mavjud:

1. Konvektiv quritish – nam material bilan qurituvchi reagent to'g'ridan –to'g'ri o'zaro aralashadi.

2. Kontaktli quritish – issiqlik tashuvchi agent va nam material o‘rtasida ularni ajratuvchi devor bo‘ladi,

3. Radiatsiyali quritish - issiqlik infraqizil nurlar orqali tarqaladi.

4. Sublimatsiyali quritish – material muzlagan holda, yuqori vakuum ostida suvsizlantiriladi.

5. Dielektrik quritish-material yuqori chastotali tok maydonida quritiladi.

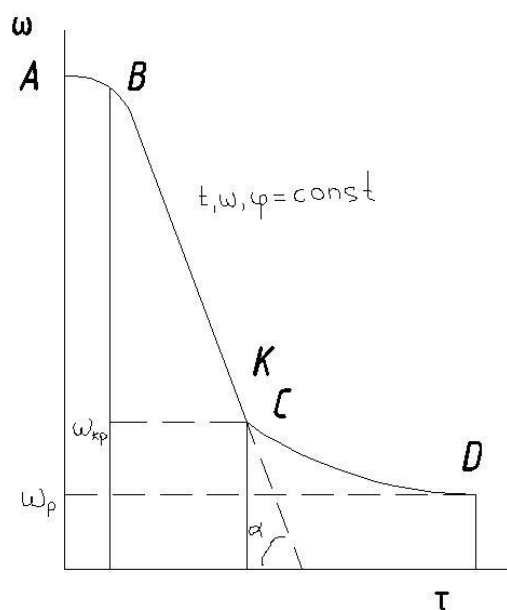
Boyitish fabrikalarida konvektiv quritish keng tarqalgan usullardan biridir.

Quritish, xalq xo‘jaligining tarmoqlarida: qora va rangli metallurgiyada, kimyo, energetika, yengil va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida keng qo‘llaniladi.

Quritish tezligi. Quritish tezligi ma‘lum vaqt oralig‘ida mahsulot tarkibidagi namlikning kamayishi bilan belgilanib, u mahsulot tarkibidagi namlikning bog‘lanish shakliga bog‘liq. Quritish tezligining o‘zgarishi kritik egri chizig‘i bilan xarakterlanadi va tajriba natijalari asosida tuziladi.

Material namligi  $W$  ning vaqt davomi  $\tau$  da havo parametrlari o‘zgarmas bo‘lganda olingan grafik bog‘liqligi, quritish egri chizig‘i deb yuritiladi.

Quritish egri chizig‘i quritishning uchta davriga doir bir nechta maydonlardan tashkil topadi.



**85-rasm.** Quritish egri chizig‘i

Boshlang‘ich davr (AB uchastka) mahsulotni qizdirishga ketadigan uncha katta bo‘lmagan vaqtni tashkil qilib, bu vaqt oralig‘ida namlik

sezilarli darajada kamayadi, quritishning harorati va tezligi ma'lum miqdorgacha ortadi.

Birinchi davr (BC uchastka) quritishning doimiy tezligi bilan harakterlanadi, bunda mahsulotning namligi to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha tez kamayadi. (BS uchastkada deyarli to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega). Bu davrda namlik mahsulotning ichki qatlamlaridan yuzaga chiqadi va bug'langan namlik o'rnini egallaydi. Birinchi davr kritik namlik  $W_{kr}$  deb ataluvchi namlikda tugaydi.

Ikkinchi davr (CD uchastka) quritish tezligining pasayishi bilan harakterlanadi. Bu davrda namlikning mahsulot ichki qatlamlaridan yuzaga chiqishi, yuzaning namlik bilan to'yinishi uchun yetarli emas. Shuning uchun quritish tezligi kamayadi. Ikkinchi davrning oxirida quritish egri chizig'i muvozanatdagi  $W_r$  ga yaqinlashadi va bunda namlikning bug'lanishi to'xtaydi. Bu vaqtda mahsulotning harorati ko'tariladi va u atrofdagi gazning haroratiga yaqinlashadi, mahsulotning bunday namligida quritish tezligi shu nuqtada o'tkazilgan burchak tangensiga urinma tarzda ifodalanadi.

## **7.8. Quritishda ishlatiladigan dastgohlar**

Quritish dastgohlari haqida ma'lumot. Sanoatda xilma-xil turdagi quritish uskunalari ishlatiladi. Quritgichlar bir-biridan turli belgilar bilan farq qiladi. Nam mahsulotga issiqlik berish usuliga ko'ra dastgohlar konvektiv, kontaktli va boshqa turdagi quritgichlarga bo'linadi. Issiqlik tashuvchi sifatida havo, gaz yoki bug' ishlatilishi mumkin. Quritish kamerasidagi bosimning qiymatiga ko'ra atmosferali va vakuumli quritgichlar bo'ladi. Konvektiv quritgichlarda mahsulot va qurituvchi reagent bir – biriga nisbatan (quruq) to'g'ri, qarama-qarshi yoxud perpendikulyar harakat qilishi kerak. Quritilishi lozim bo'lgan mahsulot donasimon, changga o'xshash yoki suyuq holatda bo'ladi. Jarayonni tashkil qilish bo'yicha davriy va uzluksiz ishlaydigan dastgohlar bo'ladi. Qurituvchi reagentning bosimini hosil qilish uchun tabiiy yoki majburiy sirkulyatsiya ishlatiladi.

Quritish jarayonining har xil variantlaridan keng foydalaniladi: ishlatilgan qurituvchi reagentni dastgohdan chiqarib yuborish, qurituvchi reagentdan takror foydalanish, qurituvchi reagentni quritish kameralariga bo'lib berish, qurituvchi reagentni quritish kamerasida qo'shimcha ravishda qizdirish, o'zgaruvchan issiqlik maydonidan foydalanish (issiq



havo va sovuq havoni mahsulot qatlamiga ketma-ket almashtirib berish) va hokazo. Boyitish mahsulotlarini quritish uchun turli xil quritgichlar ishlatiladi: barabanli, trubali quritgichlar, qaynar qatlamli quritgichlar.

**31-jadva**

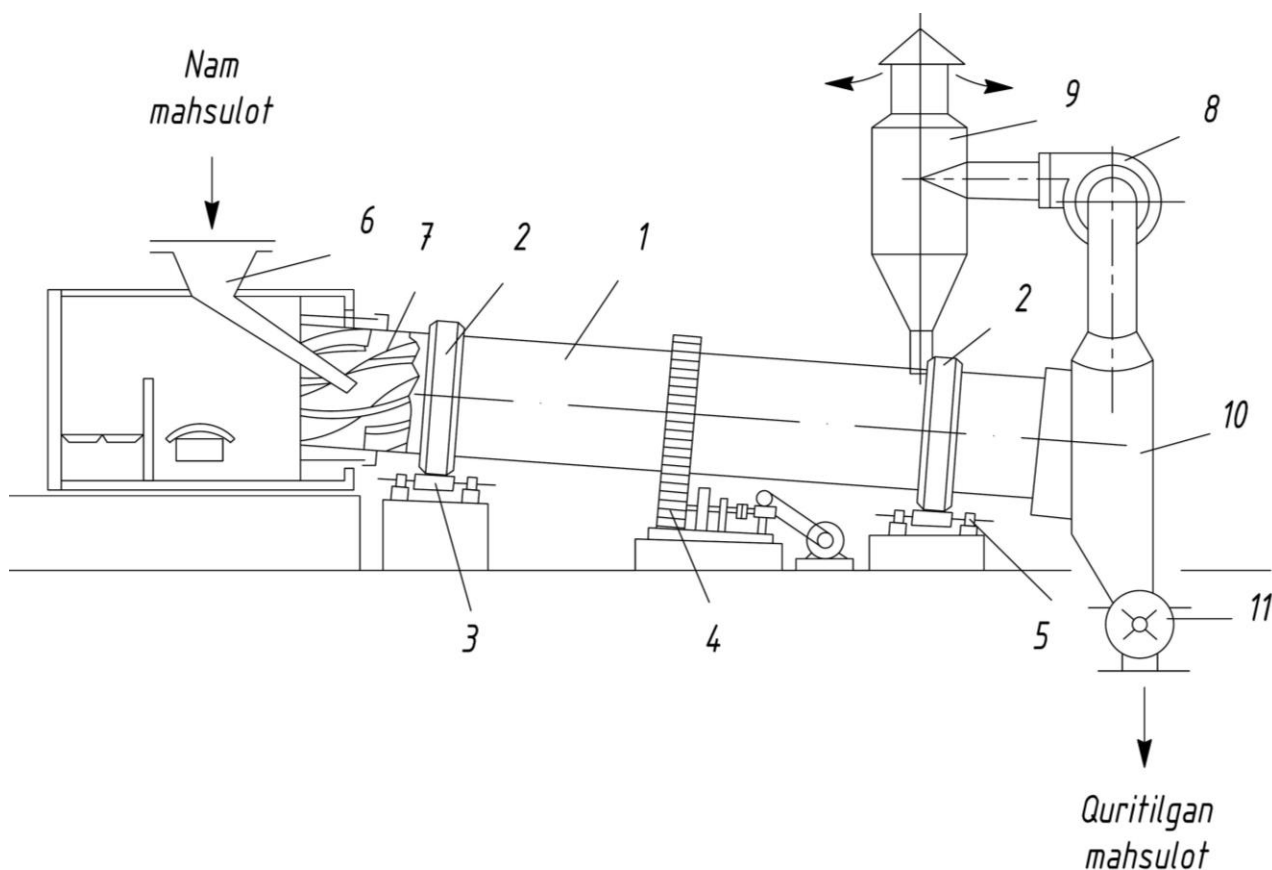
**Boyitish mahsulotlarini quritish dastgohlarining asosiy turlari va tuzilishi**

Quritgich turi	Quritish usulida	Quritish konstruksiyasi	Quritishda mahsulotni qo'llanish sinfi
Gazli isitish	Konvektiv	Barabanli	Quritiladigan mahsulotni har xil yirikligi (50-300 mm gacha)
		Trubali quritgich	Mayda mahsulotlarni sinfli quritish(<25 mm)
		Qaynar qatlamli quritgichlar	Mayda sinfli mahsulotlarni quritish (6- 10 mm gacha, ba'zan 50 mm li mahsulotlarni (quritishda)
Bug'li isitish	Kontaktli - konvektiv	Truba barabanli	Mayda mahsulot uchun (< 6 mkm)
	Kontaktli	Tarelkali	Mayda mahsulot uchun (< 6 mkm)

Barabanli quritgichlar. Barabanli quritgichlar: 1) to'g'ridan – to'g'ri issiq almashuvchi, ya'ni quritilayotgan mahsulot va issiq gazning bevosita to'qnashuvi (mahsulot bilan gazning bir yo'nalishida va qarama-qarshi yo'nalishida ). 2) bilvosita issiq almashuvchi, ya'ni issiqlik quritiluvchi mahsulotga metall devor (to'siq) orqali beriluvchi quritgichlarga bo'linadi. Boyitma va mineral xom ashyoni quritish uchun birinchi turdagi quritgichlar ishlatiladi. Ikkinchi turdagi quritgichlar esa atrof-muhit ifloslanishini oldini olish uchun, hamda quritilayotgan mahsulotning rangini o'zgartirish uchun ishlatiladi.

To'g'ridan - to'g'ri issiqlik almashuvchi barabanli quritgich 1-5° burchak ostida o'rnatilgan (mahsulot bo'shatish tomonga qarab) aylanuvchi barabandan iborat bo'lib, barabanga ikkita bandaj (kamar) va uzatmaning tishli xalqasidan iborat. Baraban bandajlar orqali tayanch ramalariga o'rnatilgan erkin harakatlanuvchi roliklarga tayanadi, barabanning bir uchi o'txona va mahsulotni beruvchi moslama bilan tutashsa, ikkinchi uchi quritilgan mahsulotni tushirib oluvchi kamera bilan

tutashgan. Barabanli quritgichlar 1-2,2 m diametr va 4-16 m uzunlikda; 2,5-3,5 m diametr va 14-27 m uzunlikda tayyorlanadi. Issiqlik yo‘qolishining oldini olish uchun barabanning tashqi yuzasi po‘lat list bilan qoplanadi. Bunda tashqari devorning harorati  $40^{\circ}$  dan oshmasligi kerak.



**86-rasm.** Barabanli quritgich

Mahsulot bunkerdan (6) ta‘minlagich orqali quritgichning silindrsimon barabaniga (1) tushadi baraban bandaj (2) lar va tayanch roliklari (3,5) yordamida ushlab turiladi va uzatkich (4) orqali harakatga keltiriladi. Baraban aylanishi natijasida nam mahsulot ta‘minlagich orqali vintli qabul qiluvchi nasadka (7) ga beriladi, bu yerda mahsulot aralashtirish ta‘sirida biroz quriydi. So‘ngra mahsulot barabanning ichki qismiga o‘tadi. Nasadkalar barabanning kesimi bo‘yicha mahsulotni bir me‘yorda tarqatish va aralashtirishni ta‘minlaydi. Bunday sharoitda mahsulot bilan qurituvchi reagentning o‘zaro ta‘siri samarali bo‘ladi. Baraban ichidagi mahsulotning o‘ta qizib ketish darajasini kamaytirish uchun, mahsulot va qurituvchi reagent (tutunli gazlar) bir-biriga nisbatan to‘g‘ri yo‘nalishda bo‘ladi, chunki bunday sharoitda yuqori haroratli issiq gazlar katta namlikka ega bo‘lgan mahsulot bilan to‘qnashadi. Mayda

zarrachalarning gazlar bilan ketib qolishini kamaytirish maqsadida barabandan so‘rib olinayotgan gazlarning tezligini ventilyator (8) yordamida ushlab turiladi. Ishlatilgan gazlar atmosferaga chiqarilishidan oldin mayda changlardan siklon (9) da tozalanadi. Quritilgan mahsulot barabandan tushirib oluvchi kamera (10) orqali tushiruvchi qurilma (11) dan chiqariladi. Baraban uzatgich (4) orqali harakatga keltiriladi. Quritish uchun kerak bo‘ladigan gaz-havoli aralashma o‘txonada yonilg‘i yonishidan hosil bo‘ladi.

Bu turdagi barabanli quritgichlar misli, ruxli, magnetitli, piritli va h. k. rudali konsentratlar va nometal mahsulotlarni quritishda ishlatiladi. Qurituvchi gazlarning barabanga kirishdagi harorati 600-1100<sup>0</sup>C, barabandan chiqishdagi harorati 100-200<sup>0</sup>C.

Barabanli quritgichlarni ishlab chiqish quvvati baraban uzunligiga, uning diametriga va quritish vaqtiga bog‘liq. Quritilgan mahsulotning oxirgi namligi, unga qo‘yiladigan talablar asosida belgilanib 4-8% atrofida bo‘ladi.

Baraban hajmining to‘ldirish darajasi 10-12%, mahsulotning barabanda bo‘lish vaqti 7-15 min.

### **Truba – quritgich**

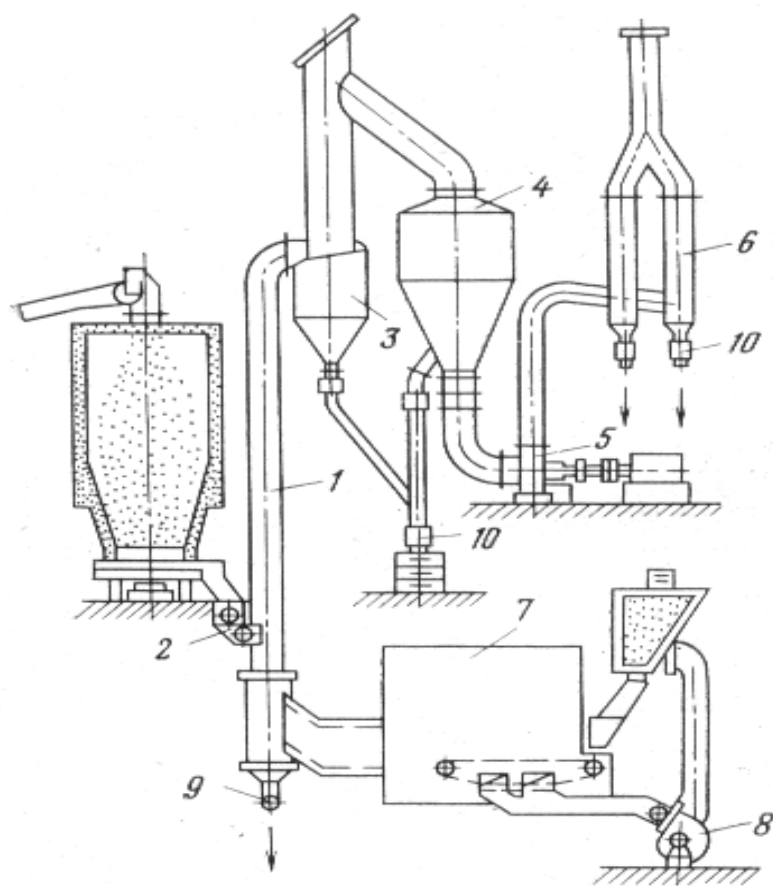
Truba-quritgichlar ko‘mir boyitish fabrikalarida o‘lchami 13-15 m dan katta bo‘lmagan boyitmalarni quritishda keng ishlatiladi. Ularning boshqa foydali qazilmalarni boyitishda olingan mayda konsentratlarni quritishda ham ishlatish mumkin.

O‘txona vertikal truba bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘langan, o‘txonada yonilg‘i yonishidan hosil bo‘lgan issiq gazlar trubaga tushadi. Ventilator yordamida trubada yuqori harakatlanuvchi gaz oqimi hosil qilinadi va bu gaz oqimining tezligi quritilayotgan mahsulotni eng yirik bo‘laklarini ham yuqoriga olib chiqib ketishi uchun yetarli bo‘lishi kerak.

Dastlabki mahsulot ta‘minlagich orqali trubaning pastki qismiga beriladi va issiq gazlarning yuqoriga ko‘tariluvchi oqimi bilan o‘rab olinadi va bu oqim bilan yuqoriga harakatlanadi. Mahsulot va issiq gazning to‘qnashishi natijasida mahsulot qiziydi va uning tarkibidagi namlik bug‘lanadi. Unda quritilgan mahsulotlarning asosiy qismi ajraladi, ishlatib bo‘lingan suv bug‘lari tozalanadi va atmosferaga chiqarib yuboriladi. Mahsulotning bir–biriga yopishib qolgan yirik bo‘laklarini gaz oqimi yuqoriga ko‘tarib chiqa olmaydi va ular pastga tushib, quritgichdan chiqarib olinadi.

Truba – quritgichlarning diametri 650 – 1200 mm gacha, uzunligi 14-35 mm gacha. Bu turdagi quritgichlarning kamchiligi mahsulotning truba devorlariga yopishib qolish natijasida uni tozalab turilishidadir.

Qaynar qatlamli quritgich. Jarayon qaynar qatlamida olib borilganda qattiq mahsulot zarrachalari va qurituvchi agent o‘rtasida kontakt yuzasi ko‘payadi, namlikning mahsulotdan bug‘lanib chiqish tezligi ortadi, quritish vaqti esa ancha qisqaradi. Hozirgi vaqtda qaynar qatlamli quritgichlar keng qo‘llanilmoqda.



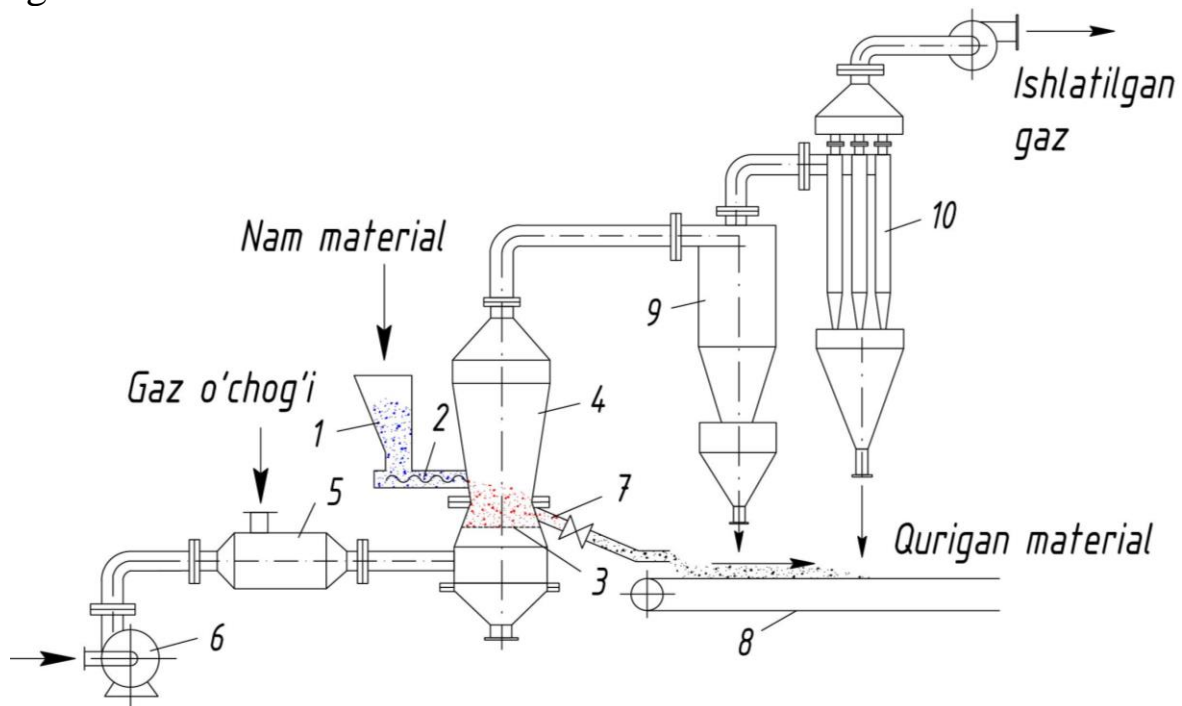
**87-rasm.** Truba quritgich. Mahsulotni truba - quritgichda quritish uchun moslama.

1-trubali quritgich; 2—uloqtiruvchi ta‘minlagich; 3-siklon; 4-batareyali chang ushlagich; 5-havo so‘rgich; 6- skrubber; 7- yoqilg‘i yonadigan joy; 8 –ventilyator; 9 – to‘siq; 10 –yuklovchi qurilma.

Nam material bunker (1) dan ta‘minlagich (2) orqali quritish kamerasiga beriladi. Kameraning pastki qismida tarqatuvchi to‘r (3) joylashtirilgan. Havo ventilyator (6) orqali aralashtirish kamerasiga beriladi va bu yerda issiq tutunli gazlar bilan aralashtiriladi. Qurituvchi

reagent (issiq havo yoki havoning tutunli gazlar bilan aralashmasi) ma'lum tezlik bilan to'ring pastidan beriladi. Havo oqimi ta'sirida mineral zarrachalar qaynar holatga keltiriladi. Quritilgan mahsulot to'rdan bir oz tepada joylashgan shtutser (7) orqali tashqariga chiqariladi va transportyor (8) ga tushadi. Ishlatilgan gazlar siklon (9) va batareyali (10) chang ushlagichda tozalanadi.

Silindrsimon korpusli quritgichlarda ba'zan quritish jarayoni bir me'yorda bormaydi, chunki qatlamda jadallashtirish mavjud bo'lganligi sababli ayrim zarrachalarning dastgohda bo'lish vaqti o'rtacha qiymatdan ancha farq qiladi. Shu sababli o'zgaruvchan kesimli (m: konussimon) quritgichlardan foydalaniladi. Bunday konussimon dastgohning pastki qismida gazning harakatlanish tezligi eng katta zarrachaning cho'kish tezligidan katta, tepa qismida esa eng kichik zarrachaning cho'kish tezligidan kam bo'ladi.



**88-rasm.** Bir kamerali mavhum qaynar qatlamli quritgich

Bunday holatda qattiq zarrachalarning nisbatan tartibli sirkulyatsiyasi mavjud bo'lib, zarrachalar dastgohning markaziy qismida ko'tariladi, uning chekka qismlarida esa pastga qarab tushadi. Natijada mahsulot bir me'yorda isiydi.

## 7.9. Changsizlantirish jarayoni

Changsizlantirish jarayoni haqida ma'lumot. Changsizlantirish deb qattiq zarrachali changlarni ventilyator yordamida so'rib ushlab jarayoniga aytiladi. Chang deb o'z tarkibida qattiq moddaning mayda zarrachalarini tutgan gaz sistemalariga aytiladi, chang odatda qattiq moddalarni mexanik usullar bilan maydalash, yanchish va bir joydan ikkinchi joyga uzatish vaqtida hosil bo'ladi. Sanoat changlarining o'lchami 0,001 dan 0,1 gacha bo'ladi [20].

Tutunlar tarkibida o'lchami 0,3 - 5 mkm ga teng bo'lgan qattiq modda zarrachalari bo'ladi. Tutunlar bug' yoki gazlarning suyuq yoki qattiq holatiga, kondensatsiyalanish jarayoni orqali o'tishdan hosil bo'ladi. Bundan tashqari tutunlar qattiq yoqilg'ilarning yonishi paytida hosil bo'ladi. Chang tutun, tumanlar, aerodispers sistemalar yoki aerozollar deb yuritiladi.

Boyitish fabrikalari bo'limlarida asosan tayyorlash jarayonida texnologik changlar paydo bo'ladi, ular asosan shu qazilma boyliklarining juda kichik zarrachalari hisoblanib, havoda muallaq harakatlanadi.

Texnologik changlar. Changlar birlamchi va ikkilamchi changlarga bo'linadi. Birlamchi chang bu texnologik va transport dastgohlarida ish vaqtida ajraladigan chang bo'lsa, ikkilamchi changlar bo'lsa, dastgohlarda o'tirib qolgan changlardir. Ko'pchilik fabrikalarda, ayniqsa quruq usulda boyitish fabrikalarida foydali qazilmalarni qayta ishlashning hamma jarayonlari katta miqdorda chang ajralishi bilan olib boriladi. Ishlab chiqarish korxonalarida changlar asosan derazalarda, pollarda metall konstruksiyalarda va dastgohlarda o'tirib qoladi. Bu esa dastgohlarning xizmat ko'rsatish muddati qisqarishiga hamda moylarning ko'p miqdorda sarflanishiga olib keladi, bundan tashqari derazaga o'tirgan changlar ishchi o'rinlarga tushayotgan yorug'likni to'sadi [20]. Ba'zi mayda dispers zarrachalarda tashkil topgan changlarni havo bilan aralashishi natijasida portlovchi aralashma hosil bo'lishi mumkin. Uning hosil bo'lishi shu aralashmadagi changlarning konsentratsiyasiga, chang zarrachalarining yirikligiga havodagi kislorodning miqdoriga va boshqa omillarga bog'liq. Shuningdek yirikligi 0,07 – 0,1 mm changli havo portlashdan xavfli hisoblanadi. Masalan: bunday yiriklikdagi toshko'mirning havo bilan aralashmasida changning miqdori 35 – 500 gr/m<sup>3</sup> bo'lganda portlashga moyilligi yuqori bo'ladi va harorati 700 – 750 °C bo'lganda ham portlash hodisasi yuz berishi mumkin.

Changlarning konsentratsiyasiga qo'yiladigan me'yor. Quyidagi jadvalda ayrim foydali qazilmalarni portlashdan xavfsiz bo'lgan konsentratsiyasi miqdori keltirilgan.

### 32-jadval

#### Chang va havo aralashmasidagi mahsulotni portlash xavfidagi changlarning konsentratsiyasiga qo'yiladigan me'yor

Chang hosil qiluvchi Materiallar	Materialdagi erkin kremniy Oksidining miqdori, (SiO <sub>2</sub> )%	Havodagi chang miqdorining konsentratsiyasiga qo'yiladigan me'yor, %
Tog' jinsi	>70	1
Shuning o'zi	10-70	2
Silikatlar	>10	4
Barit, apatit, fosforit	<10	6
Sun'iy abrazivlar	0	5
Sement	0	6
Ko'mir	>10	2
Shuning o'zi	<10	4
Koks, ohak	1,7- 4,5	6

Changlar granulometrik tarkibiga ko'ra turlari. Changlar granulometrik tarkibiga ko'ra: yirik, mayda, mayin, juda mayin, changlarga bo'linadi.

1. Yirik changlar: o'lchami 100-500mkm.
2. Mayda changlar: o'lchami 10- 100 mkm.
3. Mayin changlar: o'lchami 0,1-10mkm.
4. O'ta mayin changlar: <0,1mkm.

Havodagi changlar yirikligiga qarab quyidagi usullarda tutiladi:

1. Gravitatsion kuch ta'sirida
2. Markazdan qochma kuch ta'sirida.
  1. Changlarni namlantirib cho'ktirish.
  2. Changlarni g'ovak to'siqlarda tutish.
  3. Changlarni turli qutbli elektr maydonida tutish.

Mayda chang zarrachalarini unga nisbatan yiriklaridan ajratishning ikki xil usuli mavjud:

- 1) quruq usulda (havo yordamida)
- 2) ho'l usulda (suv yordamida)

Foydali qazilmalar tarkibidagi changning miqdori asosan shu foydali qazilmaning xususiyatlariga, qazib olish, qayta ishlash va tashish

usullariga bog'liq. Rangli metalli rudalar mustahkam bo'lganligi uchun unda chang kam bo'ladi, tarkibida temir bo'lgan, magnetitli va gematitli rudalarda chang miqdori biroz ko'proq bo'ladi. Ko'mirda esa chang miqdori sezilarli darajada, ya'ni 20% va undan yuqori ham bo'lishi mumkin.

Quruq va ho'l usuldagi changlarni tozalash. Quruq usulda changlarni tozalash asosan chang tozalash klassifikatorlarida olib boriladi, bunday chang havo oqimi orqali harakatga keltiriladi va ishlash usuliga qarab turli dastgohlarda amalga oshiriladi. Quruq usulda changsizlantirish dastgohlarining quyidagi turlari mavjud: markazdan qochma kuch ishlatiluvchi, kamerali, jalyuzli, rolikli, tebranma va boshqalar. Ular ichida sanoatda keng qo'llaniladigani, markazdan qochma kuch ta'siridagi dastgohlardir.

Ho'l usuldagi changlarni tozalash g'alvirlarda, gidrosiklon va turli turdagi ho'l klassifikatorlarda amalga oshiriladi [2].

Changsizlantirish jarayonining nazariy asoslari. Amaliyotda chang ajratishning ikki holati kuzatiladi: 1) ko'mirli changlarni ajratishdagi zarrachani chegarasi  $d_{gr} = 0,5$  mm: kon - metallurgiya sanoatida, changsizlantirishni yirikligi  $< 0,1$  mm;

$< 0,1$  mm yiriklikdagi o'lchamli zarrachalarning oxirgi tushish tezligi Stoks formulasidan aniqlanadi:

$$V_k = \frac{g}{18} d^2 \frac{\delta - \Delta}{\mu};$$

Zarrachalarning suvda tushish tezligi (m/s) (zichligi  $\Delta = 1000$  kg/m<sup>3</sup> va  $\mu = 0,001$  Hc/m<sup>2</sup>) quyidagi formuladan topiladi:

$$V_k = 545d^2(\delta - 1000)$$

Zarrachalarning havoda tushish tezligi (zichligi  $\Delta = 1,23$  kg/m<sup>3</sup> va  $\mu = 0,001$  Ns/m<sup>2</sup>) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V_k = 230278d^2(\delta - 1,23)$$

0,12-0,85 mm yiriklikdagi zarrachalar uchun tushish tezligini (m/s) Allen qonuni asosida emperik formulalar orqali aniqlanadi:

Zarrachalarning suvda tushish tezligi

$$V_k = 1,146 \sqrt[3]{(\delta - 1000)^2} d$$

Zarrachalarning havoda tushish tezligi

$$V_k = 40,6 \sqrt[3]{(\delta - 1,23)^2} d$$

Siqilib tushish tezligi (m/s) 0,1-12,5 mm li yiriklikdagi zarrachalarning tushishi quyidagi formuladan aniqlanadi



$$V_{cm} = V_{\kappa} \theta^2$$

bu yerda:

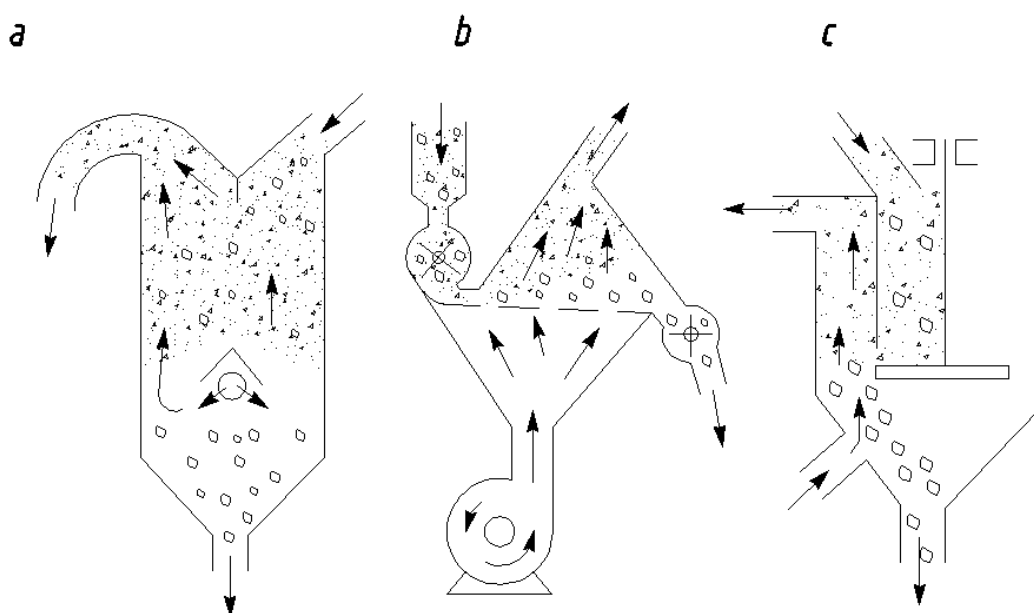
$V_{\kappa}$  – oxirgi tushish tezligi m/s;

$\mathcal{S}$  - zarrachalarning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

$d$  - zarrachalarning diametri, m;

$\theta$  - g'ovak muhitning ajralishi;

Rasmdan ko'rinib turibdiki, dastgohlarda harakatlanayotgan chang – havo zarrachalari aralashmasi vertikal va gorizontal oqimda sinflarga ajraladi. Shu nuqtayi nazardan, bu jarayonning texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadigan asosiy omillar dastlabki materialning hajmi va dastgohning ishchi yuzasi bilan belgilanadi.



**89-rasm.** Changsizlantirish sxemasi

Quyidagi formula ko'rinishida bo'ladi:

$$V = v_g F_{\kappa};$$

bu yerdan

$$F_{\kappa} = \frac{V}{v}$$

Changlarni tutuvchi dastgohlarning ishini xarakterlovchi kattalik, ularning chang tutishni foydali ish koeffitsiyenti orqali belgilanadi. Changlarning ajralish darajasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{\beta(\alpha + \theta)(\beta - \alpha)(100 - \theta)}{\alpha(100 - \alpha)(\beta - \theta)^2} 100\%;$$

$\alpha$  - havo-chang aralashmasidagi chang miqdori,  
 $\beta$  - mahsulot tarkibidagi chang miqdori,  
 $\theta$  - tozalangan mahsulotdagi changning miqdori.

## 7.10. Changsizlantirish jarayonida ishlatiladigan dastgohlar

Changlarni tozalashda asosan siklonlar, skrubberlar, elektrofiltrlar ishlatiladi.

Changli gaz aralashmalarini tozalash uchun siklonlar keng qo'llaniladi. Siklon silindrik va konussimon (1) qismlardan iborat (90-rasm.). Dastgohda tozalangan gaz chiqadigan va chang tushadigan patrubkalar bor. Changli gaz siklonga tangensial yo'nalishda 25 m/s tezlikda kiradi. So'ngra pastga spiralsimon aylanma harakat bilan yo'naladi, natijada markazdan qochma kuch hosil bo'ladi. Bu kuch ta'sirida gaz oqimidagi qattiq zarrachalar siklonning ichki devori tomon harakat qiladi, so'ngra devorga urilib, o'z kinetik energiyasini yo'qotadi va og'irlik kuchi ta'sirida pastga tushadi [2].

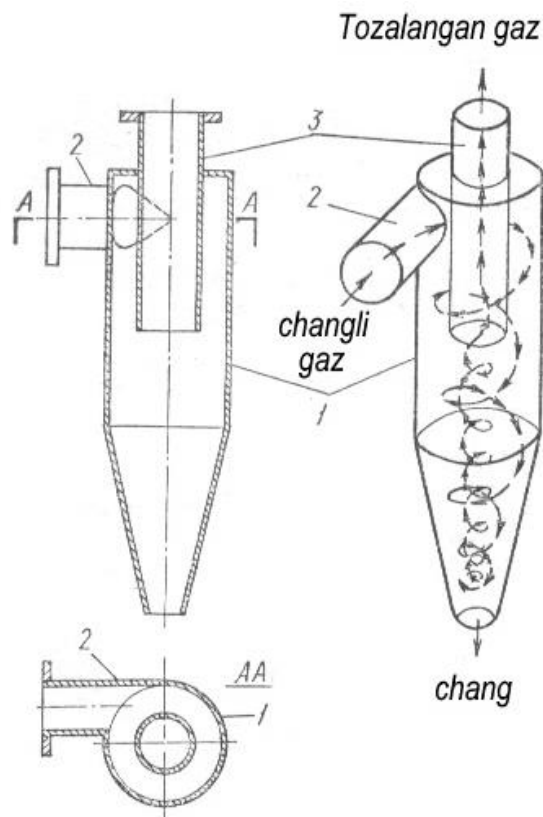
Siklonning pastki konussimon qismida gaz oqimi inertsiya bo'yicha aylanma spiralsimon harakatini davom ettiradi va yuqoriga yo'nalgan oqim paydo bo'ladi. Tozalangan gaz markaziy truba orqali dastgohdan chiqib ketadi.

Batareyali siklon. Ko'p miqdordagi changli gazlarni tozalash va ajratish jadalligini oshirish uchun batareyali siklonlar ishlatiladi.

Batareyali siklon kichik diametrli bir nechta mayda siklon elementlaridan tuzilgan. Element markaziy trubasining tashqi ko'rinishi vintsimon shaklda bo'ladi. Bitta qobiqda bir nechta siklon elementlari ikkita to'siq yordamida joylashtiriladi. Dastgohga kirgan chang (gaz) bir vaqtning o'zida gaz taqsimlovchi kamera orqali hamma elementlarga bir xilda tarqaladi va ulardan o'tib tozalanib, elementlardagi chiqarish trubalari orqali umumiy kameraga chiqariladi. Hamma elementlardan tushgan changli gaz tarkibidagi zarrachalar dastgohning pastki qismida yig'iladi va so'ngra tashqariga chiqariladi. Siklon dastgohlari quyidagi afzalliklarga ega: tuzilishi sodda, harakatlantiruvchi qismlari yo'q, foydalanish oson, ixcham va arzon.

Siklonlarda mayda zarrachali chang gaz aralashmalarini tozalash qiyin bo'lganligi sababli filtrlar qo'llaniladi. Filtrlarning teshiklari mayda

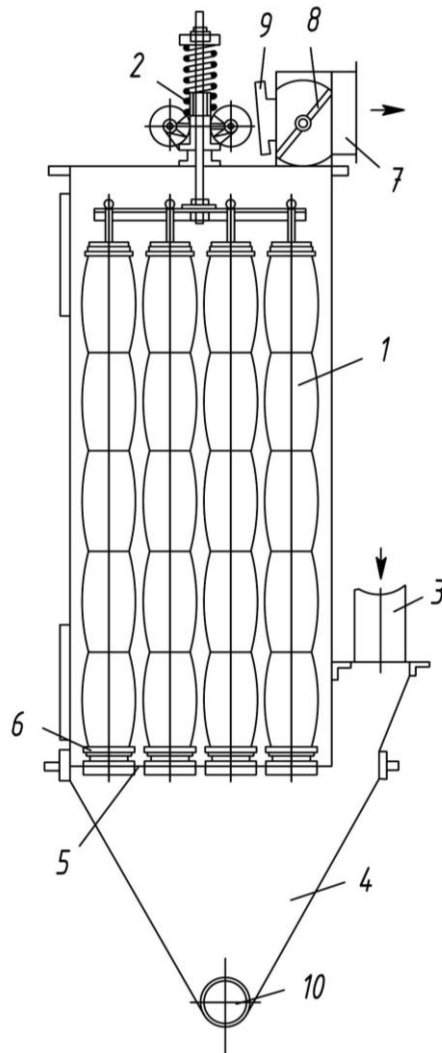
bo‘lganligi uchun gaz undan o‘tib, chang esa ushlanib qoladi. Chang gazlarni tozalash uchun yengli filtrlar ishlatiladi [20].



**90-rasm. Siklon**

- 1- silindrsimon qobiq; 2- tangensial changlar – gazlar kiradigan shtutser;  
3- tozalangan gazlar chiqadigan shtutser.

**Yengli filtrlar.** Changli gaz filtrning pastki qismidan kirib yengli to‘qimalarda changlardan tozalanib, yuqoriga qarab harakat qiladi. Changlar va mayda zarrachalar filtr yenglarining teshiklarida qoladi. Vaqt o‘tishi bilan yenglarda chang qatlami ko‘payib filtr to‘siqlarning qarshiligi ortib ketadi va natijada dastgohning unumdorligi kamayadi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan silkituvchi maxsus qurilma yordamida filtr yenglari zarb bilan silkitilib, yenglar ustidagi changlar to‘kiladi va shnek orqali tashqariga chiqariladi. Ba’zi filtrlar mexanik silkitish bilan birga, ularning yenglari tozalanayotgan gazning yo‘nalishiga qarama – qarshi yo‘nalishda havo bilan puflab tozalanadi. Bunday filtrlarda yenglarning diametri 20 – 25 sm uzunligi 2,5 – 4 m bo‘lib, bir necha seksiyalardan iborat bo‘ladi. Yengli filtrlarda mayda dispers gaz aralashmalarining tozalanish temperaturasi 60 – 70 °C ga teng. Kamchiligi: yenglar tez ishdan chiqadi va nam changli gazlarni tozalash mumkin emas.

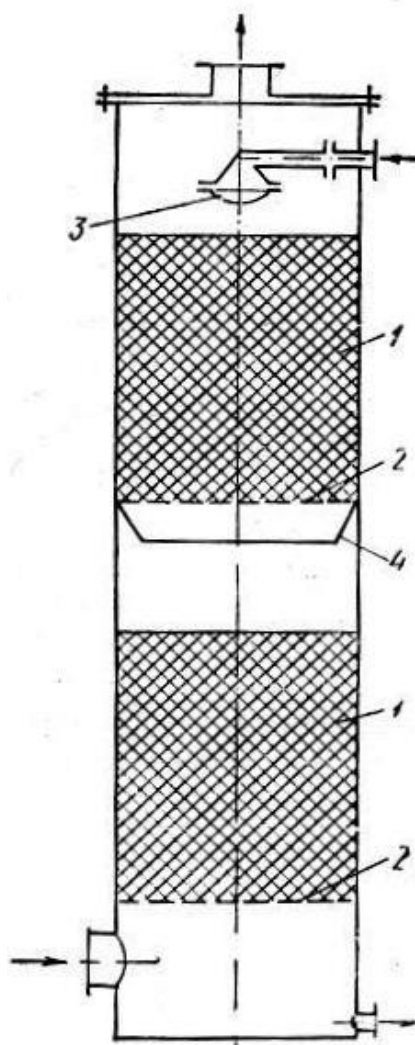


**91-rasm** Yengli filtrlar

**Nasadkali skrubber.** Changlarni namlantirib cho‘ktirish markazdan qochma skrubberlar dastgohida amalga oshiriladi. Markazdan qochma skrubberlar gaz aralashmasi tangensial yo‘nalishda dastgoh (1) korpusining silindr (2) qismiga kirib, markazdan qochma kuch ta‘sirida aylanma harakat qiladi (92-rasm). Korpus devori yuzasidan suv taqsimlagich (3) orqali berilgan suv doim yupqa plyonkaga o‘xshab oqib turadi. Gaz oqimidagi vintsimon aylanma harakat qiladigan qattiq zarrachalar markazdan qochma kuch ta‘sirida skrubberning devorlariga urilib, suv va shlam chiqariladigan dastgohning pastki konus qismidan plyonka holida oqayotgan suv bilan yuvilib tushib ketadi. Tozalangan gaz dastgohning balandligi bo‘yicha yuqoriga ko‘tarilib, (5) patrubka orqali chiqib ketadi.

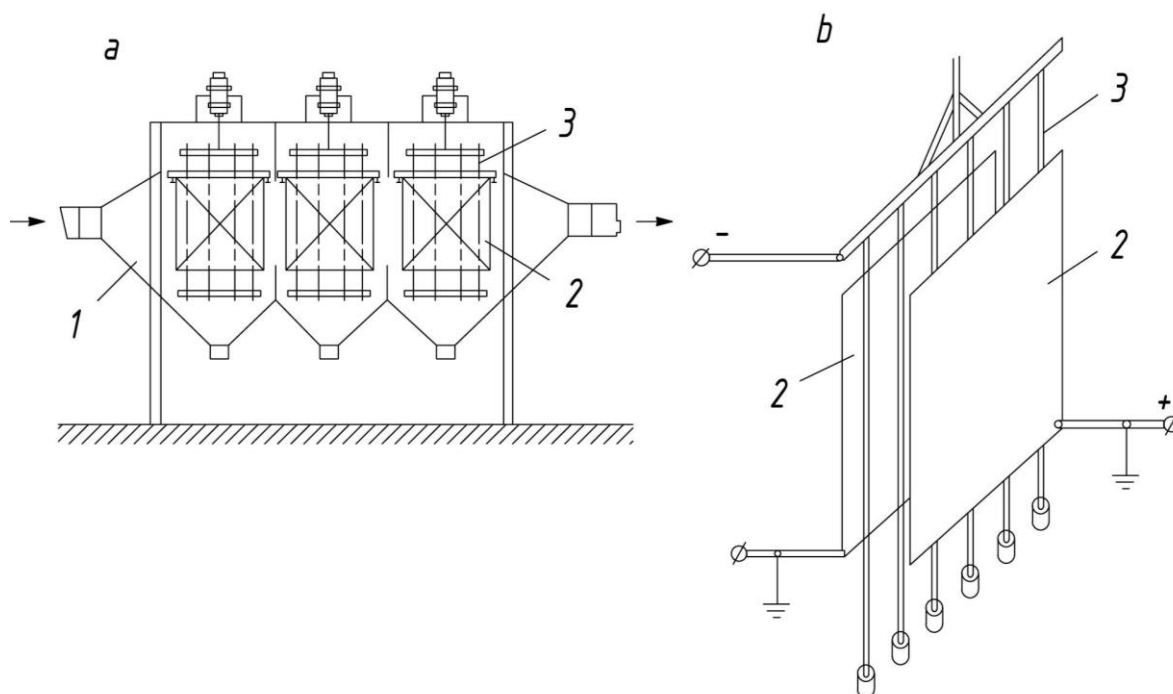
*Changlarni turli qutbli elektr maydonida tutish.* Changli gazlar tarkibidagi qattiq zarrachalarni elektr maydoni ta‘sirida cho‘ktirish boshqa

choʻktirish usullariga qaraganda koʻp afzalliklarga ega [20]. Tarkibida qattiq zarrachalar boʻlgan gaz oqimi yuqori kuchlanishli elektr maydonidan oʻtgan ionizatsiya hodisasiga uchraydi, yaʼni uning molekullari musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarga ajraladi. Bunda butunlay ionlashgan gaz qatlami choʻgʻlanib, nur va charsillagan ovoz chiqaradi. Bu sim nurlanuvchi elektrod deb ataladi. Manfiy zaryadlangan changning elektronlari nurlanuvchi elektroddan musbat zaryadlangan choʻktirish elektrodlariga tomon harakat qilganda oʻz yoʻlida qattiq zarrachalarga uchraydi va ularni zaryadlaydi.



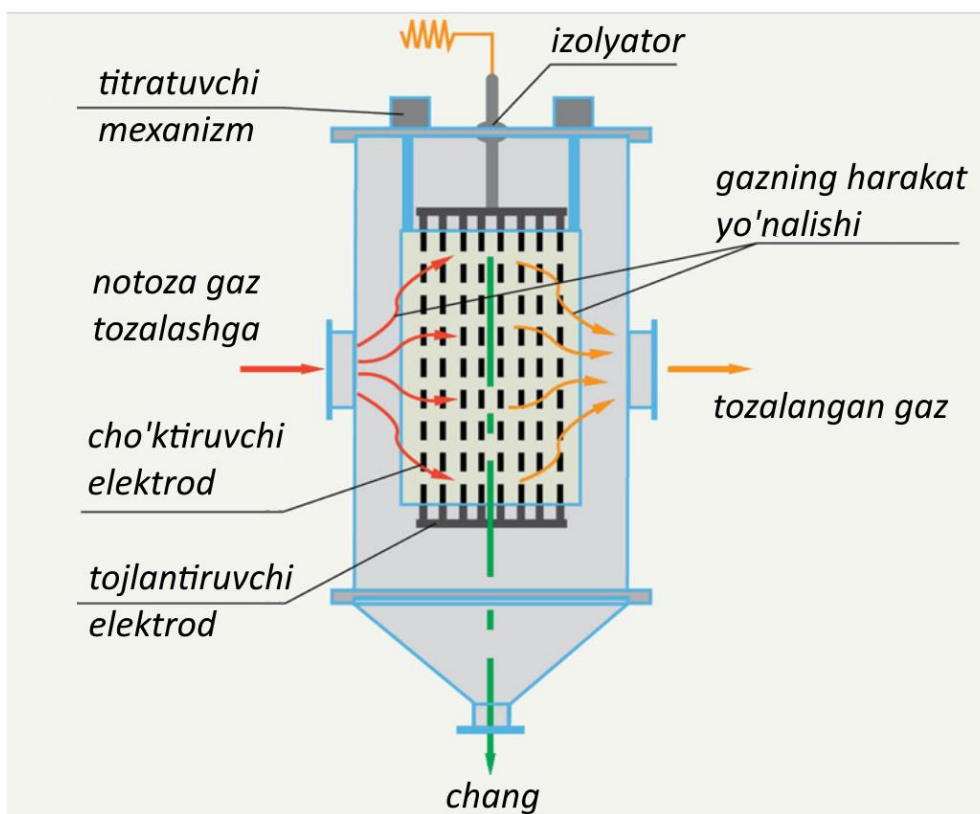
**92-rasm.** Nasadkali skrubber

Zaryadlangan zarrachalar choʻktirish elektrodiga yaqinlashganda oʻzining zaryadini beradi va ogʻirlik kuchi taʼsirida choʻkadi. Bu choʻktirish jarayoni elektrofiltrlarda amalga oshiriladi.



**93-rasm.** Elektrofildra elektrodning joylashishi va shakli  
 a – elektrofildning qirgimda ko‘rinishi; b – elektrodning joylashishi.

1 – temirbeton yoki polat rama; 2 – cho‘ktiruvchi elektrod;  
 3 – tojlantiruvchi elektrod.



**94-rasm.** Elektrofildning tuzilishi

Elektrofiltrlarda nurlanuvchi elektrodlar ham doim tok manbaining manfiy qutbiga, cho'ktirish elektrodlari esa musbat qutbiga ulanadi. Cho'ktirish elektrodining tayyorlanishiga qarab trubali va plastinali elektrofiltrlar bo'ladi. Elektrofiltrlar o'zgarmas tokda ishlaydi, chunki tok o'zgaruvchi bo'lganda zaryadlangan zarrachalar o'z harakati yo'nalishini o'zgartirib cho'ktirish elektrodlarida cho'kishga ulgurolmay, gaz bilan elektrofiltrdan chiqib ketishi mumkin. Elektr cho'ktirish dastgohlari yuqori kuchlanishli o'zgarmas tok bilan ta'minlanadi. O'zgarmas tok kuchlanishi 220 – 500 V bo'lgan o'zgaruvchan tokdan kuchaytiruvchi transformator va to'g'rilagich yordamida olinadi.

### **7.11. Oqava suvlarni tozalash**

Oqava suvlarni tozalashning ahamiyati. Foydali qazilmalarni boyitish fabrikalaridan chiqayotgan oqava suvlar boyitish jarayonining chiqindilar bilan birgalikda chiqindi saqlash maydonlariga tashlanadi. O'z navbatida ular atrofdagi suv havzalariga tushib sifatiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Fabrikalardan chiqayotgan oqava suvlarda ifloslantiruvchi moddalardan biri – bu dispers moddalardir. Ular jumlasiga gravitatsiya jarayoni chiqindilari, suvda erigan tuzlar, emulsiya holdagi flotatsion reagentlar, reagentlarni o'zaro va minerallar bilan ta'siri natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar kiradi [2; 5].

Oqava suvlar tarkibida quyidagi zararli moddalar va birikmalar bo'lishi mumkin.

- Texnologik jarayonlarda qo'llanilayotgan kislotalar va ishqorlar.

- Reagentlarda erigan temir, mis, nikel, rux, kaliy, alyuminiy, kobalt, kadmiy, surma va boshqa metallar ionlari.

- Sianidlar – suvlarni asosiy ifloslantiruvchi moddalar turkumiga kirib boyitish fabrikasida flotatsion reagentlar sifatida keng qo'llaniladi, shuningdek sianidlar ruda va boyitmalarda oltinni ajratib olishda asosiy reagent hisoblanib, oltin ajratish fabrikalarida keng qo'llaniladi shuningdek, sianidli eritmalarda rangli metallar bo'lishi (mis, rux va boshqalar komplekslar hosil qilib, inson hayoti uchun zaharli hisoblanadi).

- Ftoridlar ham boyitish fabrikasida flotatsiya jarayonida reagent sifatida qo'llaniladi va ular jumlasiga ftor kislotasi, natriyning ftor kremniyli tuzi misol bo'ladi.

- Foydali qazilmalarni flotatsion boyitish jarayonida, reagent sifatida neft mahsulotlaridan keyin, fenol va krezollar, mis, mis-molibden hamda molibden - volfram rudalari uchun foydalaniladi.

Oqava suvlar tarkibidagi zararli moddalarni tozalash. Xullas boyitish fabrikalaridan chiqayotgan oqava suvlar tarkibi jihatidan zararli moddalarga juda boy bo‘lib, atrof – muhitdagi suvlarni sezilarli darajada zaharlaydi, u esa o‘z navbatida ekologiya va insoniyat hayotiga o‘zining salbiy ta‘sirini ko‘rsatadi. Shuning uchun fabrikadan chiqayotgan oqava suvlarni tozalash muhim ahamiyatga ega, undagi zararli moddalarni miqdori mumkin qadar kam bo‘lib, sanitar normativlarida belgilangan konsentratsiyadan oshmasligi shart, jumladan: Atrof muhitni oqava suvlardan zararlanish darajasini kamaytirish usullaridan biri bu boyitish texnologiyasida qo‘llanilayotgan suvlarning aylanma harakatini ta‘minlashdir, ya‘ni fabrikadan chiqayotgan oqava suvlarni texnologik jarayonga qaytarishdan iboratdir.

Qaytarma oqava suvlar toza suvlardan farq qilib, ular texnologik jarayon ko‘rsatgichlariga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Jumladan: mis-molibdenli rudalarni boyitish fabrikasidan chiqayotgan suvlar tarkibi dispers zarrachalar va kerosindan tozalashda ishqordan foydalaniladi, natijada oqava suvlardan kalsiyning miqdori ortib ketishi flotatsiya jarayonini buzadi.

### 33-jadval

#### Suvdagi zararli qo‘shimchalarni konsentratsiyasini ruxsat etilgan me‘yorlari

Moddalar	Oqava suvdagi miqdori mg/l	Moddalar	Oqava suvdagi miqdori quyidagi ko‘rsatgichdan oshmasligi shart, mg/l
Kislota	0,25	Kobalt	1,0
Sianidlar	0,1	Mis	0,1
Ftoridlar	1,5	Molibden	0,5
Neft	0,5	Nikel	0,1
Kerosin	0,1	Simob	0,005
Benzin	0,1	Qo‘rg‘oshin	0,1
Fenol, krezol	0,001	Stronsiy	2,5
Ksantogenatlar	0,001	Surma	0,05
Volfram	0,1	Titan	0,1
Temir	0,5	Rux	1,0
Kadmiy	0,01		



Oqava suvlarning zararli darajasini kamaytirishning yana bir usuli, bu jarayonda qo'llanilayotgan reagentlarni tejamkorligini tejashdan iboratdir, samarali usullardan yana biri, bu oqava suvlarni chiqishini kamaytirish, avariya holatlarining oldini olish va hokazolar kiradi.

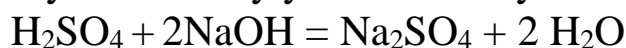
Boyitish fabrikalarida oqava suvlarni tozalash bo'yicha alohida bo'limlar faoliyat ko'rsatadi, ularda oqava suvlarni tozalashning bir qator usullari ishlab chiqilgan bo'lib, ularga quyidagilar misol bo'ladi:

Oqava suvlarni tindirish. Oqava suvlarni tindirish, bu jarayon 4 soatdan 10 soatgacha davom etib dispers zarrachalar cho'ktiriladi. Buning uchun turli organik va noorganik koagulyantlardan foydalaniladi, ularning vazifasi mayda dispers zarrachalarning to'plashdan iborat bo'lib, natijada jipslashgan zarrachalarni cho'kish tezligi oshadi va jarayon tez kechadi. Bunday koagulyantlarga ohakli suv  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , temir sulfati  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; temir xloridi va poliakrilamidlar, uniflok misol bo'ladi.

Oqava suvlarni kislotadan tozalashda neytrallash usuli qo'llaniladi, neytrallash ohak, so'ndirilgan ohak, dolomit, magnezit, soda va boshqa reagentlar yordamida amalga oshiriladi.

Sulfat kislotali eritmalarini quyidagi reaksiyalar orqali neytrallanadi:

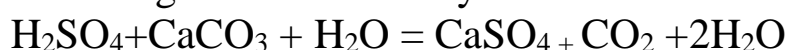
o'yuvchi natriy yordamida neytrallash



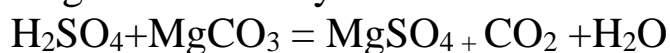
ohak bilan neytrallash



so'ndirilgan ohak bilan neytrallash

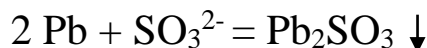
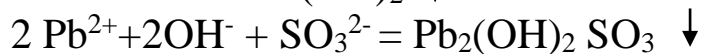
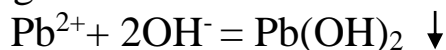


magnezit bilan neytrallash



Texnik - iqtisodiy hisoblarga asosan yuqoridagi usullarning eng arzoni so'ndirilgan ohak  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bilan neytrallash hisoblanadi.

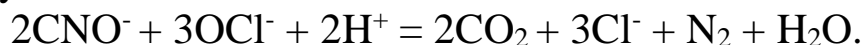
Oqava suvlardan metall kationlaridan tozalash ularni suvda erimaydigan birikmasini, ya'ni gidrooksid va karbonat holatiga o'tkazilib cho'ktiriladi, masalan: ohak va suv tarkibidagi qo'rg'oshin kationlari quyidagicha tozalanadi:



Bu usulda eng arzon va samaradorligi yuqorisi so'ndirilgan ohakda, marmar va ohaktoshda amalga oshadi. Rangli va qimmatbaho metallar rudalarini boyitishda hamda qayta ishlashda nihoyatda zaharli bo'lgan sianli eritmalar qo'llaniladi. Sianli birikmalar inson hayotiga o'zining

salbiy ta'siri jihatidan birinchi o'rinda turadi, shu sababli oqava suvlarni sianli birikmalardan tozalash asosiy omillardan bo'lib, uning bir necha usullari ishlab chiqilgan. Ya'ni sianidlarni ferro va ferrotsianidlar kabi zararsiz birikmalariga o'tkazish, suvda erimaydigan birikma va kompleks birikmalar shular jumlasiga kiradi.

Odatda fabrikalarda sianidlarni oksidlovchi sifatida xlorli ohak suvi  $\text{CaOCl}_2$ , kalsiy gipoxlorid  $(\text{CaOCl})_2$ , natriy gipoxlorid, suyuq xlor va boshqalar qo'llaniladi. Ularni ta'siri quyidagi umumiy kimyoviy reaksiyalar bilan ifodalash mumkin.



Keyingi yillarda keng qo'llanilayotgan usullardan biri zararsiz ferrosianid hosil etish usuldir, bunda asosiy reagent sifatida  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  qo'llaniladi.

Shuningdek, oqava suvlarni ksantogenatdan tozalashda xlor gazidan yoki ozondan foydalaniladi [20].

Xulosa qilib aytganda, oqava suvlarni zararli moddalardan tozalashning bir qator usullari mavjud bo'lib, ulardan qanday foydalanish esa boyitish fabrika ma'muriyati va injener texnik xodimlar tomonidan tanlangan texnologiyaga bog'liqdir.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. A.Barry Wiils and A.James Finch. «Wiil’s Mineral Processing Technology». USA University of Technology, 2007.
2. Q.S. Sanaqulov, N.A. Doniyarov, A.A. Saidaxmedov. Foydali qazilmalarni boyitish va qayta ishlash asoslari. O‘quv qo‘llanma – T.: 2020.
3. I.K.Umarova, G.Q.Solijanova «Foydali qazilmalarni qayta ishlash va boyitish». Toshkent, 2009.
4. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебник - М.: МГГУ, 2006.
5. Основы обогащения полезных ископаемых. Metso. Издание 3. 2010.
6. Э.В. Адамов «Технология руд цветных металлов»: Учебник для вузов. – М.: МИСиС, 2007. – 513 с.
7. «Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик» М. «Недра» 2002.
8. «Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик» М. «Недра» 2003.
9. В.Н.Шохин, А.Г. Лопатин «Гравитационные методы обогащения». М.: Недра. 1993.
10. А.А. Абрамов «Флотационные методы обогащения». Учебник. М., Изд. Горная книга, 2016. 597 с.
11. А.Е. Пелевин «Магнитные и электрические методы обогащения». Учебник. Екатеринбург.: УГГУ, 2018. – 297с
12. S.A., Abdurahmonov «Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi va dastgohlari». Navoiy, NDKI, 2001.
13. А.А.Саидахмедов «Разработка технологии извлечения металлов из техногенных отходов». Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. доктора философии по техническим наукам (PhD). – Навои.: НГГИ. 2020. – 44 с.
14. А.Е. Пелевин, Н.А. Сытых. Стадиальное выделение железного концентрата с помощью барабанного магнитного

сепаратора с модифицированной ванной // Обогащение руд. 2016. № 4. С. 10-15.

15. Патент № 2491131 Российская Федерация, МПК В03С1/32. Устройство для разделения частиц по плотности / А.А. Солоденко, С.И. Евдокимов, А.Б. Солоденко. – № 2012107850/03; заявл.01.03.2012; опубл. 27.08. 2013, бюл. № 24.

16. К.А. Разумов, В.А. Перов. Проектирование обогатительных фабрик. М.: Недра. 1982.

17. Э.В. Адамов «Основы проектирование обогатительных фабрик». Учебник. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 647 с.

18. Л.Я.Шубов, М.Е.Ставровский, Д.В. Шехерев. «Технология отходов мегаполиса». М: Алтекс. 2002.

19. В.А.Бочаров, В.А. Игнаткина «Технология обогащения золотосодержащих руд и россипей» Част I. Обогащения золотосодержащего сырья. Москва «Учеба» 2003.

20. Единые правила безопасности при дроблении, сортировке, обогащении пролезных ископаемых и окусковании руд и концентратов. Учебник для вузов. М. Недра. 1978

21. Чуянов Г.Г. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды. Учебник для вузов. М. Недра -1987. 260с.

22. <http://www.metso.ru>.

23. <http://www.itomak.ru>.

24. <http://www.eriez.com>.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....	3
<b>I BOB. FOYDALI QAZILMALAR HAQIDA TUSHUNCHA</b>	
1.1. Foydali qazilmalar haqida tushuncha, rudali foydali qazilmalarning xalq xo'jaligidagi o'rni .....	4
1.2. Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari .....	9
1.3. Boyitish sxemalarining turlari va ularni tuzish prinsiplari .....	13
1.4. Fraksion tahlil .....	17
<b>II BOB. GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH</b>	
2.1. Cho'ktirish usulida boyitish asoslari .....	25
2.2. Cho'ktirish mashinalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari .....	33
2.3. Og'ir suyuqliklarda boyitish. Og'ir suyuqliklarda boyitish uchun qo'llaniladigan separatorlar .....	39
2.4. Qiya tekislik bo'ylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida boyitish ...	44
2.5. Shlyuzlarda boyitish. Shlyuzlarning asosiy parametrlari, tuzilishi va ishlash tartibi .....	50
2.6. Purkovichli va konusli saralagichlarda boyitish .....	52
2.7. Vintli saralagichlarda boyitish .....	57
2.8. Markazdan qochma saralagichlarda boyitish .....	60
2.9. Oltinli rudalarni gravitatsiya usulida boyitish texnologiyasi .....	64
2.10. Qalayli rudalarni gravitatsiya usulida boyitish texnologiyasi .....	72
<b>III BOB. FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH</b>	
3.1. Flotatsiya usulida boyitishning fizik - kimyoviy asoslari .....	76
3.2. Flotatsion reagentlarning klassifikatsiyasi va qo'llanilishi .....	84
3.3. To'plovchi reagentlar, ularning vakillari .....	88
3.4. Ko'pik hosil qiluvchi reagentlar, ularning vakillari .....	91
3.5. Faollashtiruvchi reagentlar, ularning vakillari .....	97
3.6. Depressorlar, ularning vakillari .....	102
3.7. Muhit sozlovchi reagentlar .....	108
3.8. Flotatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar .....	110
3.9. Flotatsion mashinalarning turlari. Mexanik flotatsiya mashinalari .....	117
3.10. Pnevmatik flotatsiya mashinalari, ularning ishlash prinsiplari .....	122
3.11. Pnevмомexanik flotatsiya mashinalari, ularning ishlash prinsiplari .....	124
3.12. Flotatsiya mashinalarining hajmini hisoblash .....	126
3.13. Flotatsiyada qo'llaniladigan yordamchi dastgohlar .....	130
3.14. Monometall rudalarning flotatsion sxemasi .....	133
3.15. Ruxli rudalarning flotatsion sxemasi .....	136
3.16. Polimetall rudalarning flotatsion sxemasi .....	138

3.17. Polimetallik rudalarni kollektiv va selektiv flotatsiyalashning prinsipial sxemalari .....	144
3.18. Flotatsiya bo‘limida ishlashdagi xavfsizlik qoidalari .....	152
3.19. Rangli metallar rudalarini flotatsiya usulida boyitish .....	156
3.20. Misli rudalarni flotatsiya usulida boyitish .....	160
3.21. Qo‘rg‘oshinli rudalarni flotatsiya usulida boyitish .....	170
3.22. Mis-molibdenli rudalarni flotatsiya usulida boyitish texnologiyasi .....	175
3.23. Ruxli rudalarini flotatsiya usulida boyitish .....	183
3.24. Volframli rudalarni flotatsiya usulida boyitish .....	188
3.25. Oltinli rudalarini flotatsiya usulida boyitish .....	195
3.26. Amalgamatsiya usulining nazariy asoslari .....	203
<b>IV BOB. MAXSUS VA KIMYOVIY USULLARDA BOYITISH</b>	
4.1. Qo‘lda va mexanizatsiyalashgan saralash .....	209
4.2. Sianlash jarayoni .....	216
4.3. Sorbsiyali tanlab eritish jarayoni .....	234
<b>V BOB. MAGNIT USULIDA BOYITISH</b>	
5.1. Magnit usulida boyitish .....	254
5.2. Mineral zarrachalarning magnit xossalari qarang klassifikatsiyalanishi ..	255
5.3. Magnit separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari .....	258
5.4. Magnit usulida boyitishga tayyorlash .....	261
5.5. Magnit usulida boyitishga ta’sir qiluvchi omillar .....	268
5.6. Magnit usulida boyitish sxemalari .....	274
<b>VI BOB. ELEKTR USULIDA BOYITISH</b>	
6.1. Elektr usulida boyitishning fizikaviy asoslari .....	279
6.2. Elektr maydoni va uning xususiyatlari .....	280
6.3. Elektr maydonida zarrachalarga ta’sir qiluvchi omillar .....	288
6.4. Elektr separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari .....	292
<b>VII BOB. YORDAMCHI JARAYONLAR</b>	
7.1. Suvsizlantirish usullarining qisqacha xarakteristikasi. Namlikning turlari	296
7.2. Drenajlash. G‘alvirlarda, kovshli elevatorlarda, mexanik klassifikatorlarda suvsizlantirish .....	302
7.3. Quyultirish jarayoni. Quyultirishga tasir qiluvchi omillar .....	308
7.4. Quyultirish jarayonida ishlatiladigan dastgohlar .....	312
7.5. Filtrlash. Filtrlashning asosiy prinsiplari .....	318
7.6. Filtrlarning tuzilishi, ishlash prinsipi va texnik xarakteristikasi .....	322
7.7. Quritish. Quritishning asosiy prinsiplari .....	326
7.8. Quritishda ishlatiladigan dastgohlar .....	328
7.9. Changsizlantirish jarayoni .....	334

7.10. Changsizlantirish jarayonida ishlatiladigan dastgohlar .....	338
7.11. Oqova suvlarni tozalash .....	343
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati .....	347

