

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

O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI

I. K. UMAROVA

RUDALARNI BOYITISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

TOSHKENT
«TURON-IQBOL»
2007

33.4

U47

Taqrizchilar: *N.X. Sagatov* — geologiya va konchilik ishi fakulteti, konchilik ishi kafedrası dotsenti,
A. Xaydarov — MRI asl metallar ma'danlarini boyitish laboratoriyasi katta ilmiy xodimi, t.f.n.

I.K.Umarova.

Rudalarni boyitish. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. — T.: «TURON-IQBOL» nashriyoti, 2007. — 96 b.

BBK 33.4ya7

Ushbu o'quv qo'llanma mazkur fanning o'quv dasturi asosida tuzilgan.

Qo'llanmada foydali qazilmalarni boyitishning an'anaviy usullari — gravitatsiya, flotatsiya, magnit va elektr separatsiyalari haqida nazariy ma'lumotlar, bu jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning tuzilishi, ishlash tartibi, ularning asosiy texnologik parametrlari, bu jarayonlarga ta'sir qiluvchi omillar atroflicha tahlil qilingan. Boyitish jarayonlari va dastgohlarini takomillashtirishning mumkin bo'lgan yo'nalishlari ko'rsatilgan.

«Konchilik ishi» va «Metallurgiya» yo'nalishi bo'yicha o'qiydigan kollej o'quvchilari uchun mo'ljallangan. Undan konchilikka oid hamma mutaxassisliklarda o'qiydigan hamda rangli va qora metallar metallurgiyasi mutaxassisligi o'quvchilari ham foydalanishlari mumkin.

U $\frac{2504000000-58}{M 361(04)-2007}$ - 2007

ISBN 978-9943-14-049-3

© «TURON-IQBOL», 2007-y.

SO‘ZBOSHI

O‘zbekiston iqtisodiy islohotlarni boshidan kechirar ekan, mustaqillikning dastlabki kunlaridanoq u o‘zining imkoniyatlaridan foydalanish, iqtisodiyotni, ishlab chiqarishni dunyodagi eng ilg‘or texnologiyalar asosida izchillik bilan rivojlantirishni maqsad qilib oldi. Respublikamiz iqtisodiyotini yanada yuqori pog‘onaga ko‘tarishda konchilik sanoatining ahamiyati katta.

Ma‘lumki, qazib olinadigan rudalar tarkibida qimmatbaho komponentning miqdori oz bo‘ladi. Bunday rudalardan metallarni to‘g‘ridan to‘g‘ri ajratib olish iqtisodiy jihatdan ham, texnik jihatdan ham o‘zini oqlamaydi. Shuning uchun aksariyat hollarda ruda qazib olingandan keyin avval boyitiladi, ya‘ni undagi qimmatbaho komponentning miqdori oshiriladi va boyitma holidagi mahsulot metallurgiya zavodlariga metall ajratib olish uchun jo‘natiladi.

Rudalarni boyitish natijasida quyidagi afzalliklarga erishiladi: kambag‘al rudalarni qayta ishlash imkoniyati tug‘ilgani tufayli foydali qazilmalarning zaxiralari ortadi. Mahsulotlardagi metallning miqdori ortishi bilan metallurgiya zavodlarining ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, elektr energiyasi, yonilg‘i, kimyoviy reagentlar sarfi kamayadi, foydali qazilmani kompleks ishlatish imkoniyati yaratiladi, transport xarajatlari kamayadi va h.k.

Shuning uchun foydali qazilmalarni boyitish sanoatning muhim tarmog‘i hisoblanadi.

«Rudalarni boyitish» fani qora va rangli metallar metallurgiyasi mutaxassisligi talabalari kasbini belgilovchi asosiy fanlardan biri hisoblanadi.

Qo‘llanmada foydali qazilmalarni boyitishning an‘anaviy usullari: gravitatsiya, flotatsiya, magnit va elektr separatorlari haqida nazariy ma‘lumotlar berilgan. Jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning tuzilishi, ishlab chiqarish tartibi, ularning asosiy texnologik parametrlari, ushbu jarayonlarga ta‘sir qiluvchi omillar atroflicha talqin qilingan. Boyitish jarayonlari va dastgohlarini takomillash-tirishning mumkin bo‘lgan yo‘nalishlari ko‘rsatilgan.

Muallif

FOYDALI QAZILMALARNING TASNIFI

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 texnik-iqtisodiy sharoitda xalq xo'jaligida yetarli samara bilan ishlatilishi mumkin bo'lgan tabiiy mineral moddalar *foydali qazilmalar* deyiladi. Ular tabiiy 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.

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.

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

tugʻma (sof) elementlar, sulfidlar (metallarning oltingugurt bilan birikmasi), oksidlar (metallar va baʼzi elementlarning kislorod bilan birikmalari), silikatlar (metallarning kremniy va kislorod bilan birikmalari) va alumosilikatlar (aluminiy saqlovchi silikatlar).

Rudadan xalq xoʻjaligida ishlatish maqsadida ajratib olinadigan minerallar *qimmatbaho* yoki *foydali minerallar* deyiladi. Sanoat ahamiyatiga ega boʻlmagan minerallar *puch togʻ jinslari* deyiladi.

Minerallarning bunday boʻlinishi shartlidir, chunki bitta mineralning oʻzi ayrim sharoitda qimmatbaho komponent, boshqa sharoitda esa puch togʻ jinsi boʻlishi mumkin. Masalan, kvars oltinli rudalarda puch togʻ jinsi, keramika sanoati uchun esa qimmatbaho komponent hisoblanadi. Mahsulotning kompleks ravishda ishlatilishining ortishi puch togʻ jinslari minerallari sonining kamayishiga olib keladi.

Foydali qazilma konlari *tub* va *sochma konlarga* boʻlinadi. Tub konlarda ruda oʻzining dastlabki hosil boʻlgan joyida togʻ jinslarining umumiy massivida yotadi. Sochma konlar esa tub konlarning suv, havo kislorodi, harorat va boshqa tabiiy omillar taʼsirida yemirilishi natijasida hosil boʻladi. Foydali qazilma qumlari tabiiy omillar taʼsirida tub konlar joylashgan joydan ancha uzoq masofaga koʻchishi mumkin.

Moddiy tarkibiga koʻra rudalar qora, rangli, kamyob, nodir va radioaktiv metallar rudalariga boʻlinadi. Rudalar, shuningdek, faqat bitta metall saqlovchi monometall va bir nechta metall saqlovchi murakkab polimetall rudalarga boʻlinadi. Polimetall rudalar monometall rudalarga nisbatan koʻproq uchraydi va ularning tarkibidagi metallar koʻpincha sanoat ahamiyatiga ega boʻladi. Polimetall rudalarga misol sifatida mis va ruxli, rux va qoʻrgʻoshinli, molibden va volframli rudalarni keltirish mumkin.

Fizik xossalriga koʻra rudalar quyidagicha boʻlinadi: zichlik boʻyicha: ogʻir — zichligi 3500 kg/m^3 dan yuqori, oʻrtacha — zichligi $2500\text{--}3500 \text{ kg/m}^3$, yengil — zichligi 2500 kg/m^3 dan kichik; namligi boʻyicha: oʻta nam, nam va quruq.

Fizik xossalari va kimyoviy tarkibiga koʻra rudalar *oson* va *qiyin boyitiluvchi rudalarga* boʻlinadi.

Sanoat tomonidan rudali xomashyoga qoʻyiladigan talablar Davlat standartlari va texnik shartlar tarzida beriladi. Unga koʻra mineral xomashyo qimmatbaho komponent, zararli qoʻshimcha

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.

«Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyalari» fanida rudalarni boyitishning an'anaviy usullari hisoblangan gravitatsiya, flotatsiya, magnit va elektr separatsiyasi kabi usullar haqida nazariy ma'lumotlar beriladi, bu jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning tuzilishi, ishlash tartibi, ular ishiga ta'sir etuvchi asosiy texnologik parametrlar ko'rsatiladi.

I bob

GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH

UMUMIY MA'LUMOTLAR

Gravitatsiya usulida 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. Gravitatsiya usulida boyitish mineral zarrachalarning og'irlik kuchi yoki muhitning qarshilik kuchi ta'sirida tushish tezligidagi farqqa asoslangan.

Mineral zarrachalarning ajralishini amalga oshiruvchi muhit sifatida suv, havo, og'ir suspenziyalar va og'ir suyuqliklar ishlatilishi mumkin.

Barcha gravitatsiya jarayonlarini bir-biridan tubdan farq qiluvchi ikki kategoriyaga bo'lish mumkin: gidrostatik va gidrodinamik.

Gidrostatik jarayon turli zichlikka ega mineral zarrachalarni og'irlashtirgich qo'shib og'irlashtirilgan suv, tuzlar eritmasi va og'ir suyuqliklarda qalqib chiqishi va cho'kishiga asoslangan.

Gidrodinamik jarayon esa turli zichlikka ega mineral zarrachalarning vertikal harakatlanuvchi suv oqimi yordamida ajralishiga asoslangan. Gravitatsiya usulida boyitishga quyidagilar kiradi:

1. Cho'ktirish mashinalarida boyitish.
2. Konsentratsion stolda boyitish.
3. Vintli va konusli separatorlarda boyitish.
4. Shluzlarda boyitish.
5. Og'ir muhitli apparatlarda boyitish.

CHO'KTIRISH

Cho'ktirish deb, mineral zarrachalarning vertikal suv oqimida harakatlanish tezligidagi farqqa qarab boyitish usuliga aytiladi.

Cho'ktirishda qo'llaniladigan apparatlar *cho'ktirish mashinalari* deyiladi. Cho'ktirishning mohiyati shundan iboratki, ajratilishi

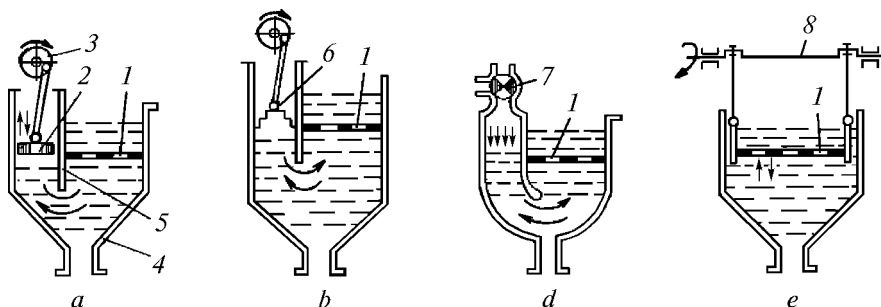
lozim boʻlgan mahsulot choʻktirish mashinasining panjarasiga beriladi va bu panjara orqali goh koʻtarilib, goh pasayuvchi suv oqimi harakatlanadi. Bunday suv oqimlarining muntazam harakati tufayli mahsulot turli zichlikdagi qatlamlarga ajraladi. Pastki qatlamda katta zichlikka ega, yuqori qatlamlarda esa kichik zichlikka ega mahsulot yigʻiladi. Choʻktirish mashinalarining porshenli, diafragmali, porshensiz va qoʻzgʻaluvchi panjarali turlari mavjud.

Porshenli choʻktirish mashinasi (1-rasm, *a*) kamera 4 dan iborat boʻlib, u tubiga yetmaydigan toʻsiq 5 orqali ikkita boʻlimga boʻlingan: choʻktirish va porshenli boʻlimlar. Choʻktirish boʻlimida panjara 1 oʻrnatilgan boʻlib, uning ustida mineral zarrachalar ajratiladi. Porshenli boʻlimda esa porshen 2 joylashtirilib, unga eksentrik val 3 qaytma-ilgarilama harakat beradi.

Mashina ishlash vaqtida kamera suv bilan toʻldiriladi. Boyitiluvchi mahsulot panjara ustiga beriladi. Porshen yordamida choʻktirish mashinasi panjara ustidagi mahsulotga muntazam taʼsir qiluvchi goh koʻtarilib, goh pasayuvchi suv oqimini hosil qiladi.

Yuqoriga koʻtariluvchi suv oqimi taʼsirida mineral zarrachalar aralashmasi (ogʻir va yengil minerallar) gʻovaklanadi va yuqoriga koʻtariladi.

Yuqoriga koʻtariluvchi suv oqimining tezligi porshen pastga harakatlanishi bilan asta-sekin ortgani uchun avval aralashmadan yengil minerallarning mayda zarrachalari koʻtarila boshlaydi. Yuqoriga koʻtariluvchi suv oqimining tezligi ortishi bilan yengil minerallarning yirik zarrachalari, shuningdek, ogʻir minerallarning mayda va keyin yirik zarrachalari koʻtariladi.



1-rasm. Choʻktirish mashinalarining asosiy turlari:

a — porshenli; *b* — diafragmali; *d* — porshensiz; *e* — qoʻzgʻaluvchi panjarali.
 1 — panjara; 2 — porshen; 3 — eksentrik val; 4 — kamera; 5 — toʻsiq;
 6 — rezinali diafragma; 7 — pulsator; 8 — eksentrik uzatma.

Yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimining tezligi kamayganda og'ir minerallarning yirik zarrachalari avval muallaq holda bo'ladi, maydaroqlari yuqoriga ko'tarilishni davom ettiradi.

Shunday qilib, yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi ta'siri vaqtida har xil o'lcham va zichlikka ega bo'lgan zarrachalar panjara ustida har xil balandlikka ko'tariladi; og'ir va yirik zarrachalarning bir qismi panjara ustida qoladi.

Porshen yuqoriga harakatlanganda pastga harakatlanuvchi suv oqimi hosil bo'lib, bunda og'ir minerallarning yirik zarrachalari eng katta tezlik bilan, yengil minerallarning mayda zarrachalari esa eng kichik tezlik bilan panjara tomon harakatlanadi.

Bu paytda panjara ustidagi mineral zarrachalar qatlami zichlashadi. G'ovaklanish va zichlanish sikllarining qayta-qayta takrorlanishi natijasida mineral zarrachalarning birlamchi qatlami ikkita qatlamga bo'linadi: yuqori qatlamda minerallarning nisbatan yengil zarrachalari, pastki qatlamda esa nisbatan og'irlari joylashadi.

Cho'ktirish muntazam g'ovaklanib va zichlashib turuvchi mahsulot qatlamida siqilib tushish sharoitida amalga oshiriladi. Bunda cho'ktirish mashinasining panjarasida hamma vaqt *o'rindiq* deb ataluvchi qatlam bo'ladi. Bu o'rindiq tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin. Agar o'rindiq boyitilayotgan mahsulotning yirik va og'ir zarrachalaridan tashkil topgan bo'lsa, *tabiiy o'rindiq*, boshqa mahsulot zarrachalaridan tuzilgan bo'lsa, *sun'iy o'rindiq* deyiladi. Sun'iy o'rindiq sifatida dala shpati, magnetit, metall zoldirlar ishlatilishi mumkin.

Mineral zarrachalar g'ovaklangan holatda bo'lganda va pastga harakatlanuvchi suv oqimi ta'sir eta boshlaganda og'ir minerallarning mayda zarrachalari pastga harakatlanuvchi suv oqimining so'ruvchi ta'siri natijasida yirik og'ir zarrachalar kanallari orasidan cho'ktirish mashinasining kamerasiga o'tib ketadi, qolganlari esa yirik og'ir zarrachalar qatlami ostida panjara bo'ylab harakatlanadi.

Xuddi shunga o'xshab, yengil minerallarning mayda zarrachalari yirik yengil zarrachalar orasidan o'tib, yiriklaridan pastda bo'lib qoladi. Birozdan keyin mineral zarrachalar qatlami zichlashishi natijasida yengil minerallarning mayda zarrachalari og'ir minerallarning zarrachalari orasidagi kanallardan o'tib ketishga ulgurmaydi va keyingi yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi bilan yuqoriga ko'tariladi.

Zarrachalarning yirikligi va zichligiga qarab bunday qayta taqsimlanishiga mahsulotning segregatsiyasi sabab bo'ladi va u mineral zarrachalar qatlamining muntazam takrorlanuvchi tebrashlari natijasida hosil bo'ladi.

Segregatsiya — mahsulotning o'lchami va zichligiga qarab tabiiy ravishda qayta taqsimlanishi. Masalan, ruda qiya tarnovcha bo'ylab pastga harakatlanganda mayda zarrachalar pastga tushib oladi va tarnov osti bo'ylab harakatlanadi, yirik zarrachalar esa ularning ustida harakatlanadi.

Agar qutichaga po'lat va yog'och sharlarni solib silkitsak, birozdan so'ng ularning qayta taqsimlanishi sodir bo'ladi: pastda mayda (po'lat) sharlar, uning ustida yirik po'lat sharlar, uning ustida mayda yog'och sharlar va eng ustida yirik yog'och sharlar joylashadi. Xuddi shunga o'xshash hodisa cho'ktirishda ham kuzatiladi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin cho'ktirish mashinasi panjarasida mahsulot qatlami hosil bo'lib, unda mineral zarrachalar balandligi bo'yicha quyidagi tartibda joylashadi: panjaraning ustida panjaradan o'tib ketmagan mayda og'ir zarrachalar, keyin yirik og'ir zarrachalar, uning ustida mayda yengil zarrachalar va eng yuqorida yirik yengil zarrachalar joylashadi.

Mayda og'ir zarrachalar mashina kamerasiga panjara orqali bo'shatiladi. Yirikroqlari panjara bo'ylab harakatlanib, panjara oxiridagi tuynukdan ajratib olinadi. Yengil zarrachalar quyulma bilan chiqib ketadi.

Cho'ktirish mashinalarida o'lchami 0,25 dan 50 mm gacha bo'lgan rudani boyitish mumkin. Cho'ktirish usulida boyitish samaradorligini oshirish uchun rudani elanib turli sinflarga ajratib olinadi va har bir sinf alohida-alohida boyitiladi.

CHO'KTIRISH MASHINALARI

Foydali qazilmalarni boyitish amaliyotida asosan uch turdagi cho'ktirish mashinalari ishlatiladi: porshenli, diafragmali va porshensiz (1-rasm, *a*, *b*, *d*).

Qo'zg'aluvchi panjarali cho'ktirish mashinalari juda kam hollarda ishlatiladi (1-rasm, *e*).

Porshenli cho'ktirish mashinalarining ishlash prinsipi yuqorida ko'rib chiqildi.

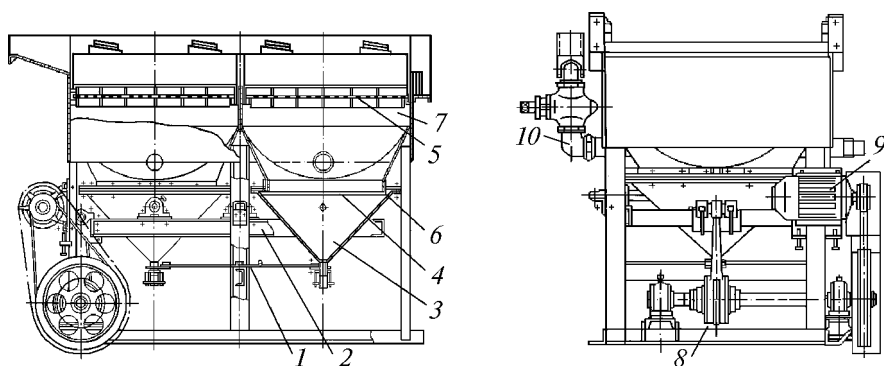
Porshenli cho'ktirish mashinalari ikki, uch va to'rt kamera-
dan iborat bo'ladi. Kameraning ostki qismi piramida yoki
cho'zinchoq shaklga ega. Kameradagi panjara kichik farq bilan
o'rnatiladi. Har qaysi kameraning panjarasi oldingisidan taxminan
100 mm ga pastroq o'rnatiladi. Suvning tebranishlari porshen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

Porshenli cho'ktirish mashinalarining ishlab chiqarish unum-
dorligi boyitilayotgan mahsulotning yirikligi va panjaraning o'lcha-
miga qarab 0,5 dan 8 t/soat ni tashkil qiladi.

Diafragmali cho'ktirish mashinasi (1-rasm, *b*) rudalarni bo-
yitish amaliyotida keng ishlatiladi. Uning ishlash prinsipi xuddi
porshenli mashinaning ishlash prinsipiga o'xshaydi. Ulardagi farq
shundan iboratki, yuqoriga va pastga harakatlanuvchi suv oqimi
porshen bilan emas, balki rezina diafragma *6* yordamida hosil
qilinadi.

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

Diafragmasi pastda joylashgan diafragmali cho'ktirish mashi-
nasining tuzilishini ko'rib chiqamiz (2-rasm). МОД—2 cho'kti-



2-rasm. Diafragmali cho'ktirish mashinasi МОД—2:

1 — ressor; 2 — obkash; 3 — rezina voronka; 4 — gardish; 5 — panjara;
6 — manjet; 7 — korpus; 8 — ekssentrik mexanizm; 9 — elektr dvigatel;
10 — kollektor.

rish 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 bog'langan. 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 quyulish ostonasi orqali chiqib ketadi. Panjaraga magnetit, ferrosilitsiy kabi og'ir minerallardan o'rindiqlik to'shaladi. O'rindiqlikning 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 min⁻¹; yurishning o'lchami 40 mm dan oshmasligi kerak.

МОД—2; МОД—3; МО—6 turidagi diafragmasi pastda joylashgan, konussimon taglikka ega cho'ktirish mashinalari rudalarni boyitishda keng ishlatiladi. МОД—2; МОД—3 mashinalari o'lchami 15 mm gacha, МО—6 esa o'lchami 0,1—2 mm li rudalarni boyitish uchun ishlatiladi. Bu mashinalarning texnik xarakteristikasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Ko'rsatkichlar	МОД—2	МОД—3	МО—6
Kameralar soni	2	3	6
Kameralar o'lchami, mm	1000×1000	1000×1000	1250×1250
Panjaraning foydali maydoni, m ²	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
Elektr dvigatel quvvati, kW	1,7	1,7	2,8
Gabarit o'lchamlari, mm			
uzunligi	2500	3700	4850
kengligi	1645	1645	3260
balandligi	1360	2115	2570

CHO'KTIRISH MASHINALARINING ASOSIY PARAMETRLARI VA ISHLASH TARTIBI

Cho'ktirish samaradorligi cho'ktirish mashinalarining konstruksion xususiyatlari hamda 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'rindiqlarning turi, panjara osti suvining sarfi.*

Cho'ktirish mashinalarining solishtirma ishlab chiqarish quvvati turli turdagi foydali qazilmani boyitishda keng chegarada o'zgarib turadi. Masalan, ko'mirni boyitishda 5 dan 30 t/m²·soat gacha bo'lsa (mahsulot o'lchamiga qarab), temirli va marganesli rudalarni boyitish 5 dan 15 t/m²·soat gacha, oltin va volframli rudalarni boyitishda 5 dan 20 t/m²·soat gacha tashkil qiladi. Cho'ktirish mashinasining optimal solishtirma ishlab-chiqarish quvvatini tanlashga mahsulotning yirikligidan tashqari boyitilayotgan mahsulotning zichligi va fraksion tarkibi, cho'ktirish mashinasining konstruksion xususiyati va, shuningdek, cho'ktirish mahsulotlari sifatiga qo'yiladigan talablar ham ta'sir qiladi.

Solishtirma quvvat 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 qavatlanishga ulgurmaydi va uning sifati yomonlashadi.

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

Cho'ktirish mashinalarining quvvati panjaraning 1 m kengligi yoki 1 m² yuzasiga to'g'ri keladigan solishtirma ishlab chiqarish me'yoriga (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 kamerasidagi mahsulot qatlamining balandligi, m;

B — cho'ktirish kamerasining kengligi, m;

v — mahsulotning kamerada oʻrtacha boʻylama harakatlanish tezligi, m/s;

δ — mahsulotning zichligi, kg/m³;

θ — mahsulotning gʻovaklanish darajasi, $\theta = 0,5$.

Choʻktirish vaqtida suv oqimining tebranishlari amplitudasi va chastotasi mahsulotning zichligiga qarab qavatlanishi uchun gʻovaklanishi va muallaq holga oʻtishini muvaffaqiyatli taʼminlay olishi kerak.

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

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

$$h = 30v_{st}/n,$$

bu yerda: n — diafragma yoki porshenning tebranishlar chastotasi, min⁻¹;

v_{st} — zarrachaning siqilib tushish oxirgi tezligi, m/s.

Choʻktirish uchun yaxshi shart-sharoit suv oqimining uncha katta boʻlmagan chastotasi va kattaroq amplitudasida yaratiladi, chunki bu holda mahsulot muallaq holda uzoqroq turadi va uning tezroq qavatlanishi sodir boʻladi.

Tebranishlar chastotasi kamayib ketsa, choʻktirish beqaror boʻlib qoladi va uning borishini yaxshilab kuzatish kerak boʻladi.

Minimal tebranishlar chastotasi quyidagi formuladan topiladi:

$$n \geq 27,3 v_{st}/h.$$

Amalda rudali mahsulotni choʻktirish usulida boyitishda tebranishlar chastotasi rudaning yirikligiga qarab 50 dan 300 min⁻¹ gacha boʻladi.

Choʻktirish mashinasidagi panjara oʻrindigʻining turi ham choʻktirish jarayoniga taʼsir qiluvchi muhim omil hisoblanadi. Agar oʻrindiqning balandligi yetarli boʻlmasa, bu uning baʼzi joylarida yuqoriga koʻtariluvchi suv oqimining uzilib, qavatlangan mahsulotning aralashib ketishiga olib keladi va, aksincha, oʻrindiq juda qalin boʻlsa, mahsulot yetarli darajada gʻovaklanmaydi va choʻktirish buziladi.

Mayda mahsulotni boyitishda sunʼiy oʻrindiq ishlatiladi. Sunʼiy oʻrindiq zarrachalarining oʻlchami panjara teshiklari oʻlchamidan 3—4 marta katta boʻlishi kerak.

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

Yirik mahsulotni cho‘ktirishda tabiiy o‘rindiq balandligi:

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

bu yerda: d_{\max} — cho‘ktirishga tushayotgan mahsulot tarkibidagi eng katta bo‘lakning o‘lchami.

Sun‘iy o‘rindiqlarning qalinligi esa panjara osti mahsulotining chiqishiga qarab qabul qilinadi. Sun‘iy o‘rindiqlarning balandligi qancha katta bo‘lsa, uning o‘tkazish qobiliyati shuncha kam bo‘ladi va buning aksicha, qancha kam bo‘lsa, shuncha ko‘p mahsulot o‘tkazadi. Shuning uchun boy rudalarni cho‘ktirishda sun‘iy o‘rindiq qalinligi kambag‘al rudalarni cho‘ktirishdagidan kam bo‘lishi kerak. Sun‘iy o‘rindiq 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. 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 o‘rindiqlarni optimal g‘ovaklantirishga va pastga harakatlantiruvchi suv oqimi yordamida uning samarali qavatlanishiga sharoit yaratib beriladi. Pastga harakatlanuvchi suv oqimi tezligining kamayishi yengil zarrachalarning o‘rindiq yuqori qavatidan pastga surilishini ham kamaytiradi.

Panjara osti suvining sarfi dastlabki mahsulotning xossasiga bog‘liq bo‘lib, har tonna ruda uchun o‘rtacha 2,5 m³ ni tashkil etadi.

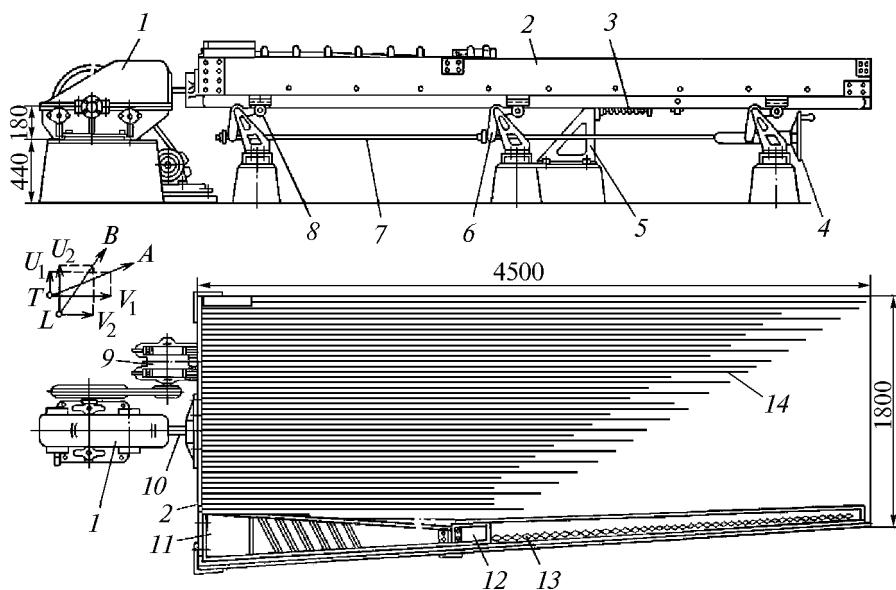
Cho‘ktirish mashinasining normal ishlashini ta‘minlovchi muhim shartlardan yana biri boyitilayotgan mahsulotni mashinaga sekin va bir tekis berish hisoblanadi.

KONSENTRATSION STOLDA BOYITISH

Konsentratsion stolda boyitish mayda donachali mahsulotni gravitatsiya usulida boyitishning eng ko‘p tarqalgan usuli. Konsentratsion stollar qalayli, volframli, kamyob metalli, oltinli va boshqa rudalarni boyitishda keng qo‘llaniladi.

Konsentratsion stolda boyitish mineral zarrachalarning zichligi va o‘lchamidagi farqqa qarab qiya tekislik bo‘ylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida ajratishga asoslangan. Konsentratsion stolda samarali boyitishning eng asosiy sharti — rudani gidravlik klassifikatorlarda teng tushuvchi zarrachali sinflarga ajratishdir.

CKM—1A markali konsentratsion stol (3-rasm) trapetsiya shaklidagi yassi yuza 2 dan iborat. Bu yuza *deka* deyiladi. Deka romb yoki parallelogramm shaklida ham bo‘lishi mumkin. Deka yog‘ochdan yoki aluminiydan tayyorlanib, ustidan linoleum, rezina, poliuretan va h.k. kabi material bilan qoplanadi. Ular, shu-



3-rasm. Konsentratsion stol CKM—1A:

- 1 — richag-ekssentrikli mexanizm; 2 — stol yuzasi (deka); 3 — prujina;
 4 — maxovik; 5 — kronshteyn; 6 — richag; 7 — tyaga; 8 — tayanch roliklari;
 9 — elektr dvigatel; 10 — tyaga; 11 — yuklovchi tarnovcha; 12 — tarnov;
 13 — parraklar; 14 — plankalar.

ningdek, stekloplastdan ham tayyorlanadi. Dekaning yuzasida ingichka va uzun plankalar 14 oʻrnatiladi. Bu plankalar yogʻoch yoki rezinadan tayyorlanadi. Plankalarning uzunligi va balandligi mahsulot beriluvchi tomonga qarab kamayib boradi.

Konsentratsion stol unga koʻndalang oʻqi boʻylab yoki romb va parallelogramning diagonali boʻylab qaytma-ilgarilama yoʻnalishda harakat beruvchi uzatmaga ulanadi. Deka tirsakli richagga mahkamlangan gʻildirakchali rolikka (konki) tayanadi. Mahsulot beriluvchi tarafda joylashgan uchta tirsakli richagni tyaga birlashtirib turadi.

Maxovik orqali stol yuzasiga uning harakatlanish yoʻnalishiga perpendikular ravishda uncha katta boʻlmagan qiyalik berilishi mumkin.

Stolning uzatmasi elektr dvigatel, tasmali uzatma, richagli-ekssentrik mexanizmdan iborat boʻlib, stol dekasini bilan tyaga orqali ulanadi.

Dekaning mahsulot berilish tomonga yurish vaqtida (задний ход) dekaning tirkak va tayanchi orasida oʻrnatilgan prujina siqiladi, buning teskarisida esa (передний ход) prujina yoziladi va dekani oldinga itaradi. Prujining siqilish darajasi gayka bilan boshqariladi.

Stol ishlayotgan paytda deka notekis harakatlanadi. Dekaning oldinga harakatlanganda uning tezligi asta-sekin ortadi, yurishning oxirida maksimumga yetadi, keyin esa 0 gacha keskin kamayadi.

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

Dastlabki mahsulot boʻtana holida mahsulotni yuklash qutisiga beriladi. Suv esa yuqoridagi ariqchaga berilib, aylanuvchi parakchalar orqali dekaning yuzasida tarqaladi.

Mineral zarrachalar aralashmasining stol dekasida ajralishi quyidagicha sodir boʻladi. Mahsulotni yuklash qutisidan stol yuzasiga tushuvchi mineral zarrachalar ikkita kuch taʼsiriga uchraydi: boʻylama oquvchi suvning yuvuvchi kuchi va dekaning ilgarilama-qaytma harakati natijasida sodir boʻluvchi stol boʻylab harakat qiluvchi inersiya kuchi.

Dekaning qaytariluvchi ilgarilama-qaytma harakati natijasida ruda aralashmasi deka boʻylab harakatlanadi. Bunda turli zarrachalarning harakatlanish tezligi bir xil emas: katta inersiya kuchiga ega zichligi katta zarrachalarning deka boʻylab 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.

Plankalarning vazifasi — stol yuzasida mineral zarrachalar aralashmasini ushlab qolish va ularni suv bilan tez yuvilib ketishiga qarshilik qilish, chunki suvning yuvish kuchi zarrachalarning yuzaga ishqalanish kuchidan kattaroq. Plankalar orasida mineral zarrachalar aralashmasining qavatlanishi sodir bo'ladi: pastki qavatda 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 plankalar orasidan mayda yengil zarrachalar yuvilishni boshlaydi.

Turli xil zichlikka ega bo'lgan minerallarning ajralish sxemasini (3-rasm) tuzish uchun — og'ir mineral zarrachasi T , uning inersiya kuchi ta'siridagi harakatlanish tezligi V_1 , suvning yuvuvchi kuchi ta'sirida stolning ko'ndalang kesimi bo'ylab harakatlanish tezligi U_1 ; yengil mineral zarrachasi L uchun bu tezliklar V_2 va U_2 . Yuqorida qayd qilinganidek, yengil va og'ir minerallar harakat tezliklaridagi nisbat

$$V_1 > V_2; U_1 < U_2; V_1 > U_1; V_2 > U_2.$$

Og'ir mineral zarrachasi TA , yengil mineral zarrachasi esa LB yo'nalishda harakatlanadi. Shunday qilib, og'ir va yengil mineral zarrachalar 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 chiqindini tashkil qiladi. Oraliq zonada esa oraliq zichlikka ega minerallar hamda ajralishga ulgurmagan minerallar — oraliq mahsulotni tashkil qiladi.

Boyitish uchun bir-biridan dekaning soni, shakli va yuzasi bilan, ularning o'rnatilish usuli (osilgan yoki tayanchli), uzatmasining konstruksiyasi, dekaning tebranish chastotasi va ampli-

tudasi hamda boshqa xususiyatlari bilan farq qiluvchi konsentratsion stollar ishlatiladi.

Sanoatda CKП—15, CKП—22, CKП—30 (sonlar dekaning umumiy yuzasi); CKO—15, CKO—22; CKO—30 va h.k. markali stollar chiqariladi.

KONSENTRATSION STOLLARNING ASOSIY PARAMETRLARI VA ISHLASH TARTIBI

Konsentratsion stollar ishiga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

1. Plankalarning balandligi.
2. Plankalar 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.

Plankalarning joylashishi, balandligi va ular orasidagi masofa, birinchi navbatda, boyitilayotgan mahsulotning xususiyatiga, shuningdek, dekaning qiyaligiga, suv sarfi va yuvuvchi suvning berilish tezligiga, stolning ishlab chiqarish quvvatiga bog'liq.

Plankalar balandligi va ular orasidagi masofa boyitilayotgan rudaning yirikligiga bog'liq. Odatda, rudani boyitishda plankalarning 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 qavatlanish 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 qalinroq qatlamda joylashadi, bu holda plankalar orasida kattaroq yuqoriga ko'tariluvchi suv oqimi hosil bo'ladi va deka qadami, uzunligi kattaroq bo'lishi talab qilinadi. Dekaning tebranishlari 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 li mahsulotni boyitish uchun tebranishlar chastotasi 200 min⁻¹, amplitudasi esa 24 mm. Yirikligi

<0,5 mm li mahsulot uchun esa tebranishlar chastotasi 300—350 min⁻¹ gacha ko‘tarilib, amplitudasi esa 12—14 mm gacha kamaytirilishi kerak.

Boyitilayotgan mahsulot yirikligiga qarab tebranishlar chastotasi va amplitudasini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$l = 18 \sqrt[4]{d_{\max}} ;$$

$$n = 250 / \sqrt[5]{d_{\max}} ;$$

bu yerda: l — tebranishlar amplitudasi, mm.

n — tebranishlar chastotasi, min⁻¹;

d_{\max} — boyitiladigan mahsulot tarkibidagi eng katta zarracha, mm.

Stol yuzasining ko‘ndalang qiyalik burchagi ham boyitilayotgan mahsulotning yirikligiga bog‘liq. Qiyalik burchagining ortishi bo‘tana oqimining va suvning yuvilish tezligini ortishiga olib keladi, buning natijasida og‘ir zarrachalar stolning yonbosh tarafiga yetib kelmasdan, stol yuzasidan yuvilib tushib ketish ehtimoligi ortadi.

Mahsulot qancha yirik bo‘lsa, stol shuncha ko‘proq egilgan bo‘lishi mumkin. Mayin zarrachali mahsulot uchun stolning qiyalik burchagi minimal bo‘lishi kerak. Odatda, stol yuzasining qiyalik burchagi 1—10° orasida bo‘ladi.

Yuzaning qiyalik burchagi mahsulotning faqatgina yirikligiga emas, balki plankalarning balandligiga ham bog‘liq. Ularning balandligi va mahsulotning yirikligi ortgan sari yuzaning ko‘ndalang qiyalik burchagi ham 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 oshirish, yuzaning qiyalik burchagi katta bo‘lganda, yuvuvchi suv-

ning miqdorini kamaytirish mumkin. Odatda, konsentratsion stolda ishlatiladigan suvning miqdori har bir tonna ruda uchun 1—2 m³ ni tashkil qiladi.

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

Konsentratsion stolning solishtirma ishlab chiqarish quvvati $q = [t(m^2 \cdot \text{soat})]$ ni quyidagi empirik formuladan topish mumkin:

$$q = 0,2 d,$$

bu yerda: d — boyitilayotgan mahsulotning minimal o‘lchami, mm.

Stolga ortiqcha mahsulot berilsa, mineral zarrachalar qavatlanishga ulgurmaydi, chunki plankalar orasidagi bo‘shliq og‘ir minerallar bilan o‘ta to‘lgan bo‘ladi va yangidan tushayotgan mahsulot suv bilan yuvilib tushib ketadi.

2-jadval

CKII TURIDAGI STOLNING TEXNIK XARAKTERISTIKALARI

Ko‘rsatkichlari	CKП–15	CKП–22	CKП–30
Yuzaning umumiy maydoni, m ²	15	22,5	30
Yuzalar soni	2	3	4
Bitta yuzaning maydoni, m ²	7,5	7,5	7,5
Yuzaning tebranishlar chastotasi, min ⁻¹	280–350	280–350	300
Tebranishlar amplitudasi, mm	10–20	10–20	10–20
Yuzaning qiyaligi: bo‘ylama ko‘ndalang	0–2 0–8	0–2 0–8	0–2 0–8
Zarrachaning o‘lchami, mm	(-3)–(+0,2)		
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	2–7	3–10	4–14
Elektr dvigatel quvvati, kW	2,2	2,2	2,2
Qo‘zg‘aluvchi qismlarining og‘irligi, t	1,8	2,1	2,4

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

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

Stolning kamchiliklari — solishtirma ishlab chiqarish quvvatining pastligi, binoning katta maydonini egallashi, sinish oqibatida nisbatan tez-tez ishdan chiqishi, hamma uzellarni sinchiklab rostdash kerakligi.

SHLUZLARDA BOYITISH

Sochma kon oltinli rudalarini, volfram, qalay va kamyob metallar rudalarini boyitishda shluz deb ataluvchi moslamadan foydalaniladi.

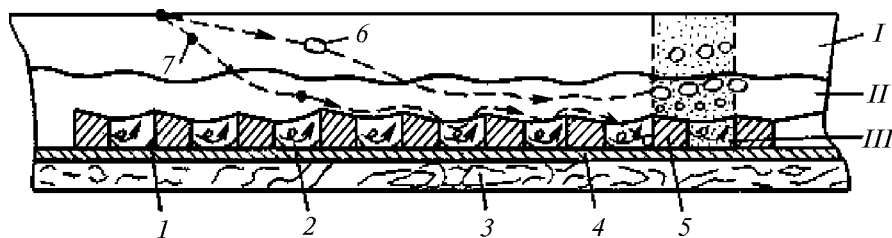
Shluz — to'g'ri burchak shaklidagi qiya tarnovchadan iborat bo'lib, uning tubiga *trafaret* yoki *juni o'siq mato* (kigiz, tuki o'siq movut, g'adir-budur rezina va h.k.) to'shaladi.

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, metall trafaretlar ham ishlatiladi. Ular suvning uyurma (girdob) oqimini hosil qiladi, g'adir-budur materialdan tayyorlangan qoplamalar esa shluzning tubi bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalarning qarshiligini oshiradi va quyi qatlamlarda suv harakatini pasaytiradi.

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

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

Bo'tana shluz bo'ylab harakatlanganda minerallar aralashmasidagi zarrachalar zichligi va yirikligiga qarab ajraladi (4-rasm).



4-rasm. Yirik zarrachali mahsulot uchun shluzning sxemasi:

1 — boʻshliq; 2 — uyurma oqimlar; 3 — shluz tubi; 4 — mat; 5 — trafaret; 6 — yirik yengil zarracha va uning yoʻli; 7 — mayda ogʻir zarracha va uning yoʻli. I — muallaq holdagi zarrachalar qatlami; II — birlamchi konsentratsiyalash qatlami; III — oxirgi konsentratsiyalash qatlami.

Avval shluz tubiga ogʻir minerallar choʻkadi; ular trafaretlar orasida konsentrlashadi va gʻadir-budur yuzada ushlab qolinadi. Yirikroq valun va galkalar hamda yengil zarrachalar suv oqimi bilan shluzdan chiqib ketadi.

Vaqt oʻtishi bilan trafaretlar orasi va junli qoplama uyalari (koʻzlari) da ogʻir mineral zarrachalari yigʻiladi. Yigʻilib-yigʻilib oxiri toʻliq toʻladi va shluzga mahsulot berish toʻxtatiladi. Choʻkkan mahsulot *shlix* deyiladi. Shlix ajratib olinadi.

Choʻkmani ajratib olish operatsiyasi *chayish* deyiladi. Avval yuqori qatlamda qolgan yengil zarrachalarni ajratib olish uchun shluzga suv beriladi. Keyin suv berish toʻxtatiladi va trafaretni ajratib olishga kirishiladi, bunda toʻplangan mahsulot suv bilan yaxshilab yuvib tushiriladi. Bu mahsulot yogʻoch yoki metall kurakchalar yordamida shluz tubi boʻylab yuqoriga koʻtarib beriladi (puch togʻ jinslarini ajratish uchun). Yirik boʻlaklarni kul bilan olib tashlab chiqindilar toʻplanadigan maydonga joʻnatiladi. Shluz tubida qolgan xomaki konsentrat alohida idishga yuvib tushiriladi va shluz yaqinida joylashgan apparatlarga *tozalash* (dovodka) uchun yuboriladi.

Junli matoni yuvish maxsus bakda yuvish orqali amalga oshiriladi. Shluzlarda choʻkmani ajratib olish ancha qiyin, koʻp mehnat sarflanadigan operatsiya hisoblanib, hozirgi ishlab chiqarilayotgan zamonaviy shluzlarda bu jarayon avtomatlashtirilgan.

Shluzlar 20 mm dan yirikroq mahsulotni qayta ishlash uchun moʻljallangan *chuqur toʻldiriladigan* va 20 mm dan maydaroq

mahsulotni qayta ishlash uchun *sayoz to'ldiriladigan shluzlarga* bo'linadi.

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

SHLUZLARNING TEXNOLOGIK PARAMETRLARI VA ISHLASH TARTIBI

Shluzlarning asosiy texnologik ko'rsatkichlari: qattiq zarrachalarning bo'tanadagi miqdori (bo'tananing zichligi), oqimning chuqurligi, shluzning qiyalik burchagi, shluz tubining turi, shluzning kengligi. Ular boyitilayotgan mahsulotning xossalriga qarab tanlanadi.

Bu ko'rsatkichlar ishlab chiqarish unumdorligi, ajralish va boyitmaning sifati kabi boyitish ko'rsatkichlarini belgilaydi.

Chuqur to'ldiriluvchi shluzlar qalinligi 40—50 mm li taxtadan to'g'ri burchak kesimli qilib tayyorlangan tarnovchadan iborat. Shluzlarning uzunligi 150—180 m, kengligi 0,9—1,8 m, chuqurligi (balandligi) esa 0,75 dan 0,9 m gacha bo'ladi. Shluzning qiyalik burchagi 2—3°. Shluz tubiga trafaret to'shaladi. Ko'pincha, trafaretlar orasida cho'kuvchi mayda og'ir minerallarni ushlab qolish uchun butun shluz tubi bo'ylab trafaret ostidan junli mato joylashtiriladi.

Mayda zarrachali mahsulotni boyitish uchun sayoz to'ldiriluvchi shluzlardan foydalaniladi. Bunday shluzlar tubiga kigiz, dag'al tukli movut, karderoy, velvet kabi qoplamalar to'shaladi.

Shluzlarning solishtirma ishlab chiqarish quvvati mahsulotning yirikligi, boyitmaning chiqishi va junli qoplamaning turiga qarab 2 dan 30 t/m²·sutka ni tashkil qiladi.

Shluzlarda boyitishga sarflanadigan suv keng chegarada o'zgaradi. Mayda mahsulotni boyitishda va qiyalik burchagi katta bo'lganda sarflanadigan suv miqdori har 1 m³ ruda uchun 3—10 m³, 200—300 mm yiriklikdagi rudani boyitishda suv sarfi keskin oshib ketadi va 1 m² ruda uchun 100 m³ gacha suv sarflanadi.

AVTOMATIK SHLUZLARNING TEXNIK XARAKTERISTIKASI

Parametrlar \ Markasi	III A-1M	34-KII	346-KII
Yuzaning o'lchami, mm: uzunligi	1800	1800	1800
kengligi	900	1800	1800
Yuzaning umumiy maydoni, m ²	8	16	16
Yuzalar soni	5	5	5
Yuzaning qiyalik burchagi, gradus: shluzda boyitishda	9	9	4-12
chayishda	45	45	45
Boyitiluvchi mahsulotning yirikligi, mm	0,3 gacha		
Elektr dvigatel quvvati, kW	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

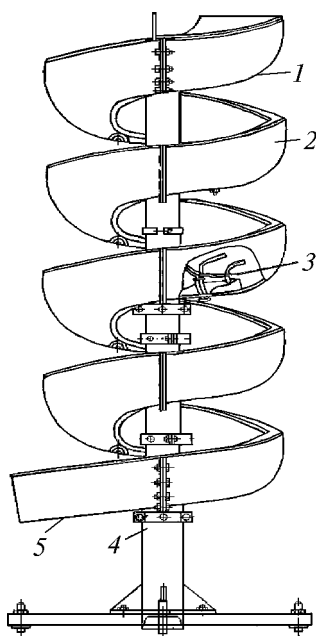
VINTLI SEPARATORLARDA BOYITISH

Vintli separatorlarda boyitish xuddi shluzlarda boyitishdagi-dek ketadi, 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 apparatning o'lchamini sezilarli darajada kichraytirish mumkin.

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

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

Tarnovchanning tashqi devori (bort) ichki devoriga nisbatan balandroq bo'ladi. Tarnovchanning tubida boyitma va oraliq



5-rasm. Vintli separator:

- 1 — qabul qiluvchi idish;
- 2 — vintli tarnovcha;
- 3 — ajratkich; 4 — ustun;
- 5 — chiqindi uchun tarnovcha.

mahsulotni chiqarib olish uchun teshik bo'lib, uning ustiga ajratkich o'rnatiladi.

Bo'tana tarnovchani yuqori qismiga beriladi. Tarnovcha bo'ylab harakatlantirilganda 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 tarnovchani tubi bo'ylab harakatlantiradi.

Separatorning yuqori o'ramlaridan ajratkichlar yordamida boyitma, o'rta o'ramlaridan oraliq mahsulot, chiqindi esa tarnovchani oxiridagi quyi o'ramlaridan chiqarib olinadi.

Vintli separatorlar ishiga quyidagi konstruktiv va texnologik parametrlar ta'sir qiladi: *vintsimon* tarnovchani diametri va qadami, o'ramlar soni, tarnovcha ko'ndalang kesimining yon tomonidan ko'rinishi, ajratkichlar soni, ularni o'rnatish joyi, mineral zarrachalarning o'lchami va shakli, bo'tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori, sarflanadigan suv miqdori va h.k.

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

Vintsimon tarnovchani qadami uni gorizontallikka nisbatan qiyalik burchagini belgilaydi. Boyitilayotgan mahsulot qancha mayda bo'lsa, tarnovchani nisbiy qadami shuncha kichik bo'lishi kerak. Odatda, u 0,4–0,6 ga teng.

Tarnovchani o'ramlari soni boyitilayotgan mahsulotning fizik xossalari bog'liq va yirikligidagi farq kamayishi bilan ortib boradi. Sanoat separatorlarida o'ramlar soni 4–6 tani tashkil qiladi.

Ajratkichlar soni va ularni oʻrnatish joyi har qaysi aniq hol uchun tajriba yoʻli bilan aniqlanadi. Odatda, tarnovchani har qaysi oʻrami ajratkich bilan taʼminlanadi.

Oʻlchami 4 mm dan 0,25 mm gacha boʻlgan mahsulot vintli separatorlarda samarali boyitiladi. Bundan mayda zarrachalar yomonroq boyitiladi. Dastlabki mahsulot tarkibida loy va mayin shlamlarning boʻlishi vintli separatorlarda ajralishning keskin buzilishiga olib keladi.

Vintli separatorlarda boyitishda, agar ogʻir mineral zarrachalari yassi plastinka, yengil mineral zarrachalari esa dumaloq shaklda boʻlsa, eng yaxshi natijalarga erishiladi. Yassi plastinka shaklidagi zarrachalar siljishning ishqalanish kuchlari taʼsirida tarnovchani ichki yon devorida ushlanib qolib boyitmaga ketadi, yengil minerallarning dumaloq shakldagi zarrachalari esa tarnovning tashqi yon devori boʻylab harakatlanadi va chiqindiga ajraladi.

Vintli separatorlarga berilayotgan boʻtana tarkibidagi qattiq zarrachalarning massa miqdori 25—30 % da ushlab turiladi.

Ishlab chiqarish unumdorligi esa separatorning oʻlchami va boyitilayotgan rudaning xossasiga qarab 2 dan 30 t/soat gacha.

Vintli separatorlar sodda tuzilishga ega, ularni ishlatish qulay, ularda elektr energiya sarflanmaydi va kam joyni egallaydi.

Oʻlchami 4 mm dan 0,15 mm gacha boʻlgan ogʻir minerallar (oltin, ilmenit, kassiterit va h.k.) boyitilganda 97% ga qadar yuqori ajralishga erishish mumkin. Biroq minerallarning oʻlchami 4 mm dan ortsa yoki 0,15 mm dan kamaysa, vintli separatorlarda boyitish samarasi keskin kamayadi.

4-jadval

VINTLI SEPARATORLARNING TEXNIK XARAKTERISTIKASI

Koʻrsatkichlari	CBM-750	CBM-1000	CBM-1200	CBM-1500
Tarnovning diametri, mm	750	1000	1200	1500
Oʻramning qadami, mm	450-550	—	600-850	—
Oʻramlar 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
Boʻtanadagi qattiq zarrachalar miqdori, %	20-40	20-40	20-40	20-40
Balandligi, mm	4200	4200	4200	5150
Ogʻirligi, t	0,5	0,7	0,75	1,25

PURKOVCHI VA KONUSLI SEPARATORLARDA BOYITISH

Keyingi yillarda boʻtananing harakatlanishini toraytirilgan tarnovda amalga oshiriluvchi **gravitatsion apparatlar** keng qoʻllanilmoqda.

Mineral zarrachalarning zichligiga qarab torayuvchi tarnovchalarda ajralish quyidagicha sodir boʻladi. 50—60 % qattiq zarrachalarni saqlaydigan boʻtana tarnovcha 1 ning keng qismiga beriladi (6-rasm). Uning qiya tarnovcha boʻylab harakatlanishida mahsulot mineral zarrachaning zichligi va yirikligiga qarab qavatlanadi.

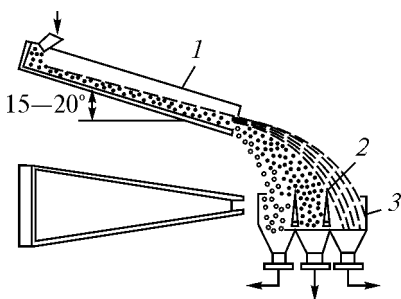
Tarnovchanning keng qismida laminar yoki shunga oʻxshash oqim ustunlik qiladi. Keyinroq, tarnovchanning torayishi bilan oqimning tezligi ortadi va laminar oqim uncha katta boʻlmagan tezlikdagi turbulent oqimga oʻtadi. Turbulent oqimning yuzaga kelishi yengil mineral zarrachalarning yuqoriga koʻtarilishiga va ogʻir zarrachalarning yirikligiga qarab segregatsiyalanishi natijasida qaytadan taqsimlanishiga olib keladi.

Shunday qilib, mahsulotning oqim balandligi boʻyicha turli harakat tezliklarining mavjudligi ularning ajralishiga imkoniyat yaratadi.

Yuqorida koʻrsatilgan omillarning taʼsiri natijasida pastki qatlamlarda (tarnovchanning tubida) ogʻir minerallarning zarrachalari, yuqori qatlamlarda yengil minerallarning zarrachalari

toʻplanadi. Boʻtana tarnovchadan mineral zarrachalarning zichligi yuqoridan pastga tomon ortib boruvchi yarim doira shaklida tushadi. Ajratuvchi toʻsiqlar 2 yordamida turli zichlikdagi mahsulotlar tegishli yigʻuvchi idish 3 larga joʻnatiladi.

Rudalarni boyitishda nisbatan kengroq ishlatiladigan, ishlash prinsipi ruda oqimini zichlikdagi farqqa qarab torayuvchi tarnovchada ajratishga asoslangan ikkita apparatni koʻrib chiqamiz.

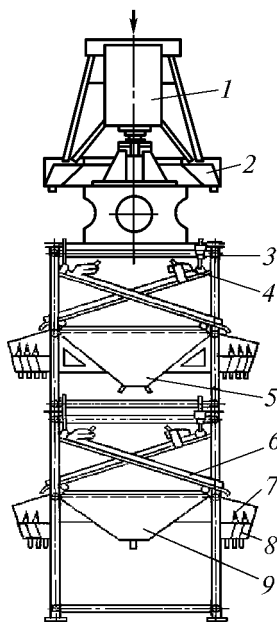


6-rasm. Qiya tarnovchada mineral zarrachalarning ajralish sxemasi:

1 — tarnovcha; 2 — ajratuvchi toʻsiqlar; 3 — yigʻuvchi idishlar.

7-rasm. Purkovchi konsentrator:

1 — boʻtana taqsimlovchi; 2 — halqasimon tarnovcha; 3 — vintli moslama; 4 — quticha; 5,9 — yigʻuvchi idishlar; 6 — tarnovcha; 7 — yoʻnal-tiruvchi kesgich; 8 — qabul qiluvchi quti.



Purkovchi konsentrator (7-rasm) 24 ta torayuvchi tarnovcha 6 dan tashkil topgan. Yuqoridagi 2 ta tarnovchada *asosiy boyitish*, pastki tarnovchalarda esa boyitma va chiqindini *tozalash* amalga oshiriladi.

Har qaysi tarnovcha kengligi 0 dan 3 mm gacha oraliqda oʻzgartira olinadigan koʻndalang tirqishga ega. Tirqishlar orqali ogʻir minerallarning zarrachalari boʻshatib olinadi va yigʻuvchi idishlar 5 va 9 da toʻplanadi. Tarnovchalar gorizontga nisbatan 12–20° burchak ostida oʻrnatilishi mumkin. Tarnovchalarning qiyaligi vintli moslama 3 orqali boshqariladi.

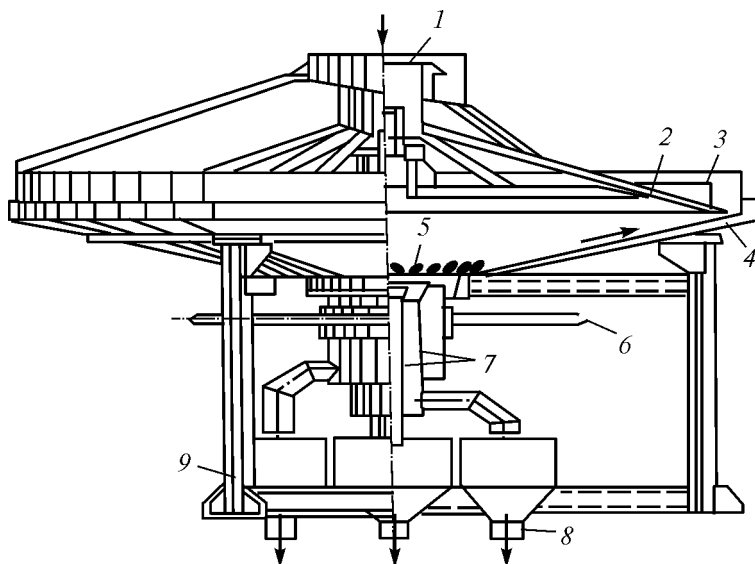
Boʻtana yuqoridagi 12 ta tarnovchaga boʻtana boʻluvchi 1 dan halqasimon tarnovcha 2 orqali taqsimlanadi. Pastki tarnovchalarga esa yigʻuvchi qutichalar orqali yuqori tarnovchalardan oʻz-oʻzidan quyiladigan boʻtanani tarnovchaga quyiladigan joyida oqimning tezligini pasaytirish va tarnovchani kengligi boʻyicha bir tekis taqsimlanishi uchun quticha 4 oʻrnatilgan.

Tarnovchani boʻshatish tomonida mahsulotlar yarim doirasining ajralishi mahsulotlarni qabul qiluvchi quti 8 ga yoʻnaltiruvchi kesgich 7 lar orqali amalga oshiriladi.

Boyitmalar 2 + 0,044 mm yiriklikdagi va qattiq zarrachalarning miqdori 45–60 % li boʻtanada ishlaydi. Uning ishlab chiqarish unumdorligi boyitilayotgan mahsulotning yirikligiga bogʻliq boʻlib, soatiga 3 dan 12 tonnagacha oraliqda boʻladi.

Purkovchi konsentratorning afzalligi — bitta apparatlarda birlamchi boyitish va pastki tarnovchalarda mahsulotni qaytadan boyitish operatsiyalarini bajarish mumkinligi.

Purkovchi konsentratorlar titan-sirkoniyli sochma konlar va baʼzi tub konlar rudalarini boyitishda samarali ishlatilmoqda. Ayniqsa, 0,1 mm dan kichik oʻlchamdagi mahsulotni boyitishda yuqori samaradorlikka erishiladi.



8-rasm. **Konusli separator:**

1 — boʻtana taqsimlagich; 2 — konussimon halqa; 3 — halqasimon toʻsiq;
4 — kesik konus; 5 — qisqa pona; 6 — shturval; 7 — boʻtanani boʻluvchi;
8 — yigʻuvchi tarnovcha; 9 — metall rama.

Kamyob metalli sochma konlar rudalarini boyitishda **konusli separator** (8-rasm) ishlatiladi.

Separator ichki tomoniga yaxshilab ishlov berilgan toʻnkarilgan kesik konusdan iborat. Ishchi konusning pastki qismida markazga quyiluvchi toraygan tarnovchani tashkil qiluvchi qisqa pona 5 lar oʻrnatilgan. Separatorlar ponalarsiz ham ishlab chiqariladi. Ishchi konus ustida taqsimlovchi konussimon halqa 2 oʻrnatilgan boʻlib, u teshikli halqasimon toʻsiq 3 ga ega. Separator boʻtana boʻluvchi 1 bilan taʼminlangan.

Ishchi konusning ostida boyitish mahsulotlarining chiqishi va sifatini boshqarish uchun texnik qurilma oʻrnatilgan boʻlib, u vertikal yoʻnalishda shturval 6 orqali harakatlanuvchi ajratkich va vintli uzatmadan iborat. Boyitish mahsulotlari yigʻuvchi tarnovcha 8 ga tushadi. Separatorning hamma konstruktiv elementlari metall rama 9 ga oʻrnatilgan.

55—60 % qattiq zarrachalarni saqlovchi boʻtana patrubka yordamida konussimon halqa 2 boʻylab tekis taqsimlanadi va ishchi konus yuzasiga kelib tushadi.

Boʻtana torayuvchi va asta-sekin qalinlashuvchi oqim tarzida pastga harakatlanganda mineral zarrachalarning zichligi va oʻlchamiga qarab ajralishi sodir boʻladi. Ponalar oʻrnatilgan zonaga kirganda boʻtana bir qator oqimlarga boʻlinib, konus yuzasidan yarim doira (yelpigʻich) shaklida tushadi. Ajratkichlar orqali mahsulotlar yarim doirasi boyitma, oraliq mahsulot va chiqindiga ajratiladi.

Konusli separatorlar bir yoki koʻp qavatli (yarusli) qilib tayyorlanadi (bitta apparatda 6 tagacha yarus boʻlishi mumkin).

Koʻp qavatli separatorlarning pastki qavatida yuqori qavatdagi boyitish mahsulotlari tozalanadi. Ishchi konuslar asosining diametri 2 yoki 3 m boʻlishi mumkin. Konuslar yasovchilarining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi 14 dan 20° gachani tashkil qiladi.

Torayuvchi oqim prinsipi boʻyicha ishlaydigan apparatlarning afzalligi ularning yuqori solishtirma ishlab chiqarish unumdorligiga, soddaga tuzilishga egaligi, boyitiluvchi har tonna ruda uchun suv sarfining ozligidir.

Kamchiligi — pastki tirqishlar kengligini boshqarish qiyinligi, ularning qiyin zarrachalar bilan tez-tez yopilib qolishidir.

OGʻIR MUHITLARDA BOYITISH

Ogʻir muhitlarda boyitish mineral zarrachalarning zichligidagi farqqa 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 choʻkadi.

Ogʻir muhit sifatida organik suyuqliklar, tuzlarning eritmaları va suspenziyalar ishlatiladi.

Organik ogʻir suyuqliklar (trixloreten $C_2H_3Cl_3$, zichligi 1460 kg/m^3 ; dibrometan $C_2H_4Br_2$, zichligi 2170 kg/m^3) va tuzlarning eritmaları ($CaCl_2$, $ZnCl_2$) zaharliligi, narxining balandligi, boyitish mahsulotlari bilan koʻp miqdorda yoʻqolishi va regeneratsiyasiga sarf-xarajatning yuqoriligi tufayli sanoat maqsadlari uchun deyarli qoʻllanilmaydi. Ular asosan laboratoriya tajribalari uchun ishlatiladi. Amalda ogʻir suspenziyalarda boyitish keng qoʻllaniladi.

Suspenziya yuqori zichlikdagi mayin zarrachalarning suv bilan mexanik aralashmasidir. Suvdagi muallaq zarrachalar *og'irlashtirgich* yoki *suspenzoid* deyiladi.

Og'irlashtirgich sifatida pirit, pirrotin, barit, magnetit, galenit kabi minerallar yoki temirning kremniy bilan qotishmasi ferrosilitsiy ishlatiladi. Ularning orasida ko'proq ishlatiladigani ferrosilitsiy, magnetit va galenitdir. Suspenziya tayyorlash uchun og'irlashtirgich 0,15–0 mm yiriklikkacha yanchiladi.

5200 kg/m³ zichlikka ega magnetitdan 2600 kg/m³ gacha zichlikka ega bo'lgan suspenziya tayyorlash mumkin. Agar suspenziya tayyorlash uchun yanchilgan ferrosilitsiy (zichligi 6900 kg/m³) ishlatiladigan bo'lsa, suspenziyaning zichligi 3200 kg/m³ ga yetishi mumkin; agar granulalangan ferrosilitsiy ishlatilsa, suspenziyaning zichligi 3800 kg/m³.

Suspenziyaning eng asosiy xossalari uning *zichligi*, *qovushqoqligi* va *barqarorligidir*.

Suspenziyaning zichligi (kg/m³) unda mineral zarracha aralashmalarining ajralish imkoniyatlarini belgilaydi va quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\Delta_c = \Delta + (\delta - \Delta)s/\delta,$$

bu yerda: Δ — suyuq fazaning zichligi, kg/m³;

δ — og'irlashtirgichning zichligi, kg/m³;

s — 1 m³ 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, shuningdek, dumaloq shakldagi zarrachali og'irlashtirgichning og'irlik ulushi 80 % ni tashkil qilishi mumkin bo'lgan holda, hajmiy ulushi 25 % dan oshmasligi lozim.

Suspenziyaning *barqarorligi* og'irlashtirgich konsentratsiyasining turli balandlikdagi qatlamlarida doimiylik darajasi bilan xarak-

terlanadi. 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, gorizontal aralashtirish tezligini oshirish, suspenziyaga loy 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 ajralishishini keskin yomonlashtiradi.

Og'ir suspenziyalarda 3—300 mm yiriklikdagi rudani boyitish mumkin. Agar boyituvchi apparat sifatida gidrotsiklon ishlatilsa, rudaning yirikligini 0,5 mm gacha pasaytirish mumkin.

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.

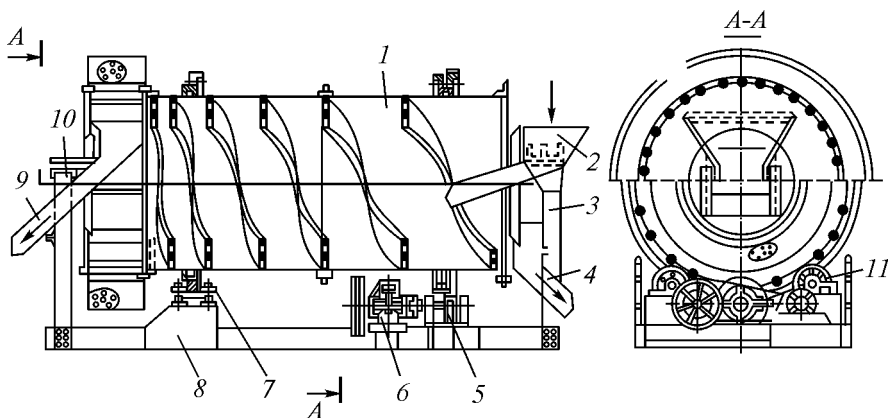
Og'irlashtirgichning xossalariga qarab, qayta tiklashning turli usullari qo'llaniladi. Masalan, ferrosilitsiy yoki magnetitni qayta tiklash uchun magnit separatsiyasi, galenitni qayta tiklash uchun esa flotatsiya usuli muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda.

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

Ichki spiralli barabanli suspenzion separatorlar o'lchami 4—150 mm bo'lgan rangli va qora metalli rudalarni va nometall foydali qazilmalarni boyitish uchun ishlatiladi. Ular uch xil o'lchamda tayyorlanadi: CBC—1,8; CBC—2,5; CBC—3.

Bu separatorlarning texnik xarakteristikalari 5-jadvalda keltirilgan.

Separator aylanadigan baraban *I* dan iborat bo'lib, ichiga ikki zaxodli spiral payvand qilingan. Baraban yengil fraksiyalarni



9-rasm. Barabanli separator:

1 — baraban; 2 — yuklovchi tarnovcha; 3 — ustun; 4 — bo‘shatish tuynugi; 5 — kichik shesterna; 6 — reduktor; 7 — ponatasmali uzatma; 8 — rama; 9 — bo‘shatish tarnovchasi; 10 — ustun; 11 — tayanch roliklari.

bo‘shatish tomoniga qarab uncha katta bo‘lmagan qiyalikda (gorizontga nisbatan 3°) bandajlar orqali tayanch rolik 11 larga o‘rnatilgan. Barabanning bo‘ylama siljishiga tirgakli rolik 7 qarshilik qiladi (9-rasm).

Barabanga mahsulot beriladigan tarafdin ustunlarga mahsulotni yuklovchi tarnovcha 2 va yengil fraksiyani bo‘shatuvchi tarnovcha 4 o‘rnatilgan. Shu tomondan baraban og‘ir fraksiyalarni bo‘shatish uchun teshik parrakli g‘ildirak bilan ta‘minlangan.

Baraban elektr dvigateldan tasmali uzatma, reduktor 6, kichik shesterna 5 va barabanga mahkamlangan katta shesterna orqali harakatga keltiriladi. Separator ramada yig‘iladi.

Dastlabki mahsulot va suspenziya yuklovchi tarnovcha 2 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 4 orqali, og‘ir fraksiya esa spiral vositasida harakatlantirilib, parrakli elevator yordamida tarnovcha 9 dan tushirib olinadi.

Tashqi aeroliftli konusli separatorlar rudali va nometall foydali qazilmalarni boyitishda ishlatiladi. Bu separatorlarning texnik xarakteristikasi 6-jadvalda berilgan.

**BARABANLI SPIRALLI SEPARATORLARNING TEXNIK
XARAKTERISTIKASI**

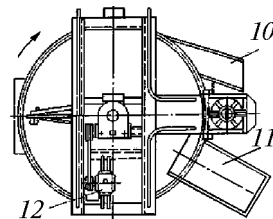
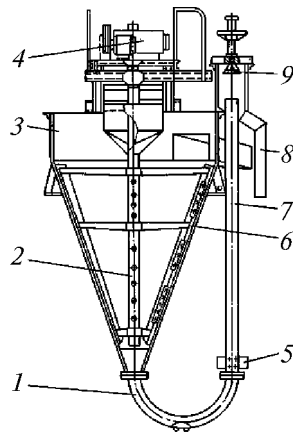
Ko'rsatkichlar	СБС—1,8	СБС—2,5	СБС—3
Barabanning o'lchamlari, mm: diametri uzunligi	1800 3600	2500 5000	3000 6000
Barabanning aylanish chastotasi, min	3; 4; 6;	3; 4; 6;	3; 4; 6;
Dastlabki mahsulotning yirikligi, mm	4—150	4—150	4—150
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	18—90	32—160	50—250
Elektr dvigatel quvvati, kW	7	10	14
Separator og'irligi, t	14,66	22,3	29,14

Konusli separator CK—3 (10-rasm) metall korpus 2 ga ega bo'lib, uning yuqori qismi silindr shaklida, pastki qismi 7 konus shaklida bo'ladi. Ichi bo'sh val 3 ichida uzatma 1 orqali ramkasimon turdagi aralashtirgich aylanadi.

Dastlabki mahsulotni yuklovchi 11 va yuzaga qalqib chiqqan mahsulotni bo'shatuvchi 10 tarnovchalar separator silindr qismining yuqorisiga kavsharlangan.

Konusning pastki qismi uni aerolift bilan ulash uchun gardish va o'tuvchi tirsak 4 bilan tamomlanadi.

Aerolift konusda cho'kkan og'ir mahsulotni ko'tarish va uni bo'shatish kamerasi 8 orqali to'kish uchun xizmat qiladi. Aerolift trubasining pastki qismiga forsunka 5 orqali siqilgan havo beriladi.



10-rasm. Konusli separator CK—3:

1 — uzatma; 2 — metall korpus; 3 — val; 4 — tirsak; 5 — forsunka; 6 — uzatma; 7 — separator pastki qismi; 8 — bo'shatish kamerasi; 9 — maydalovchi zont; 10 — bo'shatuvchi tuynuk; 11 — yuklovchi tuynuk; 12 — reduktor.

Aerolift ustida maydalovchi zont 9 oʻrnatilgan boʻlib, uning holati maxsus vint yordamida oʻzgartirilishi mumkin.

Konus silindrik qismining yuqorisida suspenziya berish uchun voronka mahkamlangan. Konusning ichida ogʻirlashtirgichni muallaq holda ushlab turish va bu bilan suspenziya zichligini saqlovchi ramali aralashtirgich joylashgan. Konus ichki devorini yopishib qolgan ogʻirlashtirgich zarrachalaridan tozalash uchun aralashtirgich parrakchalariga rezinali kurakchalar oʻrnatilgan.

Konusga tushayotgan ruda ogʻir muhitda konusning yuqori qismida boʻshatuvchi tuynuk 10 orqali quyib olinuvchi yengil (qalqib chiqqan) mahsulotga, aerolift orqali koʻtarilib boʻshatish kamerasi 8 ga beriluvchi ogʻir mahsulotga ajraladi. Separatorning uzatmasi cheryvakli reduktor 12 orqali amalga oshiriladi.

6-jadval

KONUSLI SEPARATOR CK—3 NING TEXNIK XARAKTERISTIKASI

Konusning eng katta diametri, mm	3000
Aralashtirgichning aylanish chastotasi, min	6
Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	40—195
Elektr dvigatel quvvati, kW	4,5
Oʻlchamlari, mm:	
uzunligi	3960
kengligi	3195
balandligi	7450
Separator ogʻirligi, t	5,1

Yuqorida koʻrib chiqilgan apparatlarda mayin zarrachaning ogʻir suspenziyalarda choʻkish tezligi juda kichik va ularning ishlab chiqarish unumdorligi keskin kamayib ketadi. Bunday zarrachalarning choʻkish tezligini oshirish uchun markazdan qochma kuch ishlatish mumkin yoki suspenziyaning qovushqoqligini kamaytirish kerak.

Amalda markazdan qochma kuchni ishlatish qulay, chunki u gravitatsion kuchdan bir necha yuz, hatto bir necha ming marta katta. Bu maqsadlar uchun choʻktiruvchi *sentrifugal*ar yoki *gidrotsiklonlar* ishlatiladi. Ogʻir suspenziyalarda boyitish uchun

ishlatiladigan gidrotsiklonlar odatdagi gidrotsiklonlardan farq qilmaydi.

Boyitilayotgan mahsulot va suspenziyaning aralashmasi gidrotsiklonga urinma orqali berilishi sababli, u aylanma harakatga keladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida zichligi suspenziya zichligidan katta zarrachalar gidrotsiklon konus qismining devorlariga yopishadi va og'irlik kuchi ta'sirida pastga yo'naladi. Zichligi suspenziya zichligidan kichik zarrachalar markazdan qochma kuch ta'sirida gidrotsiklon o'qiga tomon yo'naladi va quyiluvchi patrubka orqali chiqarib yuboriladi.

Og'ir muhitli separatorlarning uzoq ishlashi natijasida suspenziya boyitiluvchi mahsulotning mayin zarrachalari bilan asta-sekin to'yinadi. Bu zarrachalar suspenziyaga mahsulotni aniq klassifikatsiyalanmaslik oqibatida hamda mahsulotni boyitish jarayonida ishqalanishi natijasida tushadi. Bularning hammasi suspenziyaning ifloslanishiga olib keladi, uning qovushqoqligini oshiradi va oquvchanligini kamaytiradi. Og'irlashtirgich sarfining kattaligi tufayli ifloslangan suspenziyani butunlay yangisiga almashtirish maqsadga muvofiq emas. Shu munosabat bilan og'irlashtirgich *regeneratsiya* qilinadi, ya'ni uning xossalari tiklanib, jarayonga qaytariladi.

Boyitish mahsulotlari bilan chiqib ketuvchi suspenziyaning asosiy qismi elaklarda ajratiladi va konditsion zichlikka ega bo'lgani uchun shu zahoti jarayonga qaytariladi. Boyitish mahsulotlari bo'laklari yuzasida o'tirib qolgan og'irlashtirgichning kamroq qismi elaklarda suv bilan yuvib ajratib olinadi. Suyultirilgan va ifloslangan suspenziyaning regeneratsiyasi ifloslantiruvchi qo'shimchalarning yo'qotilishi, agar og'irlashtirgich magnitlanishga moyillik xususiyatiga ega bo'lsa uni magnitlash, tozalangan suspenziyani kerakli zichlikkacha quyultirish, magnitsizlantirish va ishchi muhitga avtomatik tarzda qaytarishdan iborat.

Regeneratsiya gidravlik klassifikatsiya, magnitli separatsiya, flotatsiya yordamida yoki konsentratsion stolda amalga oshiriladi.

Magnetitni regeneratsiyalashning nisbatan sodda sxemasi suvsizlantiruvchi elakdan chiqqan suyultirilgan suspenziyani magnit separatorlariga jo'natish va ajratib olingan magnitli fraksiyani suspenziya tayyorlashga yuborish, nomagnit fraksiyani esa boyitish mahsulotlarini chayish uchun ishlatishdan iborat.

Konditsion (talabga javob beradigan) suspenziya elakdan to‘g‘ridan to‘g‘ri ishchi suspenziyani taqsimlash qutisiga tushadi. Elakning ostidagi suyulgan suspenziya yig‘uvchi idishda to‘planadi va nasos orqali magnit separatoriga beriladi, nomagnit fraksiya esa o‘z oqimi bilan regeneratsiyaning ikkinchi bosqichiga tushadi.

Separator quyulmasi yo boyitish mahsulotlarini chayqash uchun qaytarilishi, yoki chiqindi bilan birinchi bosqich regeneratsiyasi asosida olingan magnit-fraksiya tarkibidagi magnetitni ajratib olishga yuborilishi mumkin.

Regeneratsiya ikkinchi bosqichi ikkinchi magnit separatorida olingan mahsulotlar (boyitma va quyulma) regeneratsiya birinchi bosqichi magnit separatori mahsulotlari bilan birlashtirilib, birgalikda ishlatiladi. Boyitma ishchi suspenziyani yig‘uvchi sig‘imga tushadi, magnit separatori chiqindisi esa chiqindilar maydoniga jo‘natiladi.

Nomagnit suspenziyaning regeneratsiyasi quyultirish va shlam-sizlantirish orqali konus, gidrotsiklon va boshqalarda amalga oshiriladi.

Galenitli suspenziyaning regeneratsiyasi flotatsiya orqali yoki konsentratsion stolda amalga oshiriladi.

Magnit va nomagnit zarrachalarni saqlovchi og‘irlashtirgichlar uchun regeneratsiyaning jamlashgan usullari qo‘llaniladi.

II bob

FLOTATSIYA JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI

Flotatsiya — mineral zarrachalar yuzasining fizikaviy-kimyoviy xossalardagi farqqa qarab boyitish usuli bo‘lib, mineral zarrachalar yuzasining suv bilan har xil ho‘llanish qobiliyatiga asoslanadi.

Suvli muhitda mayin tuyulgan holda mavjud bo‘lgan ayrim minerallarning zarrachalari suv bilan ho‘llanadi, bir xillari 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.

Ko‘pikli flotatsiya jarayonida 3 ta faza ishtirok etadi. Qattiq (mineral), suyuq (suv), 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 fizikaviy-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 ta’sir-

lashuv qobiliyatini xarakterlaydi. Bunday o‘zaro ta’sirlashuvlardan biri — minerallar yuzasining suv bilan ho‘llanishidir. Mineral zarrachalar yuzasining suv bilan ho‘llanish hodisasi flotatsiya jarayonining fizikaviy-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 ta’sir qiladi.

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 *adzeziya* deyiladi hamda u ham shu fazalarni bo‘lish uchun sarflangan ishni fazalar ajralish yuzasining birligiga nisbati bilan xarakterlanadi. Adzeziya ishi ikkala faza yuza energiyalarning yig‘indisi minus fazalar chegarasidagi yuza energiyasiga teng:

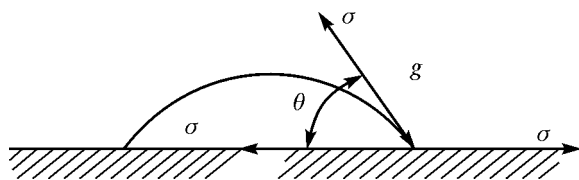
$$W = \sigma_{s-q} + \sigma_{q-g} - \sigma_{s-q},$$

bu yerda: σ_{s-q} , σ_{q-g} , σ_{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 adzeziya ishi suvning o‘zi uchun kogeziya ishidan ortiq bo‘lishi kerak.

Tabiiy minerallar suv bilan ho‘llanish qobiliyatiga qarab bir-biridan farq qiladi. Yuzasi 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. 11-rasmda mineral zarracha yuzasini havoli muhitda suv bilan ho‘llanishidagi sirt taranglik kuchlarining ta’siri sxemasi keltirilgan.

Uch fazali ho‘llanish perimetriga q-g va s-q fazalari ajralish yuzasida hosil bo‘luvchi sirt taranglik kuchlari ta’sir etadi. s-g



11-rasm. Mineral zarracha yuzasining havoli muhitda suv bilan ho‘llanishidagi sirt taranglik kuchlarining ta’siri sxemasi.

ajralish chegarasidagi sirt taranglik kuchlari ho‘llanish perimetri-ga havo pufakchasi (yoki suv tomchisi) yuzasida urinma bo‘ylab ta’sir etadi.

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

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

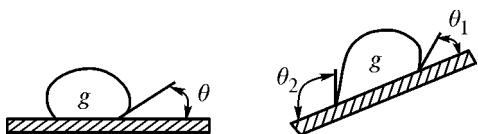
Oxirgi hol amalda uchramaydi, chunki tabiatda absolut gidrofob minerallar deyarli yo‘q. Absolut gidrofob moddalarga simob va molibdenit yaqin.

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 zarrachaning 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° atrofida, toshko‘mirda $60-90^\circ$, talkda $70-90^\circ$, oltingugurtda $85-90^\circ$, sulfidlarda $75-85^\circ$ ni tashkil qiladi.

Mineral zarracha yuzasining suv bilan ho‘llanishi ho‘llanish gisterezisi hodisasi bilan bog‘liq. Agar havo pufakchasi mineral-



12-rasm. Hoʻllanish gisterezisi hodisasi.

ning gorizontaal yuzasida joylashgan boʻlsa, muvozanatdagi chegaraviy hoʻllanish burchagi hosil boʻladi. Mineral zarracha yuzasi egilganda pufakchanning birlik perimetri bir qancha vaqtga qoʻzgʻalmas va qiymat jihatdan oʻzgarishsiz qolishi mumkin, chegaraviy hoʻllanish burchagining qiymati esa oʻzgaradi (12-rasm). Bunda oqib tushuvchi burchak muvozanatdagidan katta, yigʻilgan (halqob boʻlgan) burchak esa muvozanatdagidan kichik.

Hoʻllanish perimetrining siljishidagi kechikish *hoʻllanish gisterezisi* deyiladi.

Hoʻllanish gisterezisi qattiq yuzaning silliqmasligi va hosil boʻladigan ishqalanish kuchlari tufayli yuzaga keladi deb hisoblanadi. Mineral zarracha yuzasi qanchalik gʻadir-budur boʻlsa, hoʻllanish gisterezisi shuncha katta va zarrachaning flotatsiyalinishi shuncha yaxshi boʻladi.

Mineral zarracha yuzasining suv bilan hoʻllanishi, shuningdek, gidratatsiya hodisasi bilan ham bogʻliq.

Suv molekulasini, umuman olganda, neytral boʻlishiga qaramay, unda musbat va manfiy qutblar mavjud va u dipol momentiga ega. Bu suv molekulasida elektr maydoni bor degan maʼnoni bildiradi. Shuning uchun, agar (qutbiy) suv molekulasining yaqinida boshqa molekula joylashsa, u shu elektr maydonining taʼsirini sezadi. Suv yuqori dipol momentiga ega boʻlgani sababli, koʻp moddalar suv dipollarining taʼsiri ostida ionlarga dissotsilanadi, eriydi va gidratlanadi. Ionlar atrofida suv dipollarining zichlashgan qatlami hosil boʻladi.

Bu hodisalar natijasida mineral zarrachaning yuzasida suv molekularining oriyentirlangan yupqa qatlami hosil boʻladi va u *gidrat qatlam* deyiladi. Suv molekulasini mineralga dipolning mineral zarracha yuzasi zaryadiga teskari zaryadning uchi bilan oriyentirlanadi. Oriyentirlangan suv molekulasining birinchi qatlami boshqa qatlamlar molekularining oriyentatsiyasini belgilaydi. Oriyentirlangan gidrat qatlamning qalinligi 10^{-9} — 10^{-8} m dan oshmasligi kerak. Gidrat qatlamda suv molekulari mineral zarracha yuzasi bilan mustahkam bogʻlangan.

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

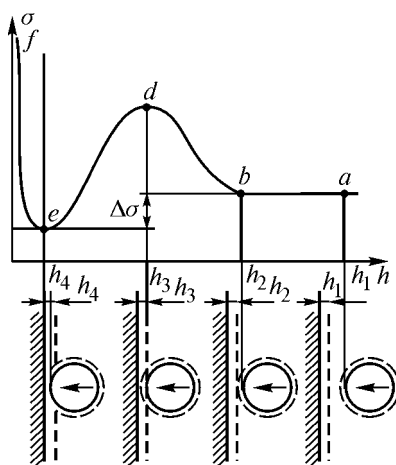
Havo pufakchalarining minerallashishi uch bosqichda amalga oshiriladi: havo pufakchasi va mineral zarrachaning yaqinlashishi; ular orasidagi yupqa qatlamning uzilishi; zarrachaning havo pufakchasiga mahkamlanishi.

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 qatlamining erkin energiyasi o‘zgaradi (13-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 energiyalarining zaxirasi ta’sirida oson sodir bo‘ladi (ab oraliq). Zarracha va pufakchanning undan keyingi yaqinlashishi



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

shida suv pardasi yupqalashadi, ular gidrat qatlamlarining to‘qnashishi sodir bo‘ladi, muhitning yaqinlashishga qarshiligi ortadi. *bd* maydonda gidrat qatlam qalinligining h_2 dan h_3 ga kamayishi qalin gidrat qatlami molekularini surishga sarflanadigan ish bilan kuzatiladi. Bu ish sistemaning qo‘shimcha erkin energiyasi zaxirasiga aylanadi. Bu vaqtda mineral zarracha yuzasi va havo pufakchasi orasidagi o‘zaro tortishish kuchi hosil bo‘ladi, erkin energiya zaxirasining kamayishi bilan kuzatiladigan gidrat qatlamlarning uzilishi sodir bo‘ladi (*de* 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 molekular o‘lcham h_4 ga ega va termodinamik jihatdan barqaror hisoblanadi. Uni yo‘qotish uchun tashqaridan katta miqdorda energiya sarflash kerak (*ef* maydon).

Mineral zarrachaning pufakchaga yopishishi natijasida erkin yuza 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 ma’lum bir miqdorda ajralishga erishadigan vaqti bilan baholaniadi.

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

$$V_{or} = \frac{\varepsilon}{t},$$

bu yerda: ε — qimmatbaho mineralning t vaqt mobaynida boyitmaga ajralishi, %.

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.

Ikki faza ajralish chegarasida muvozanatlashmasdan qolgan kuchlar suvda erigan moddalarning ion yoki molekularini 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 yuzasining suv bilan ho'llanish darajasini kamaytirish uchun uning yuzasida suv molekularining tortishish kuchiga qarshilik ko'rsatuvchi kimyoviy moddalarni adsorbsiyalash kerak. Bunday moddalar *polar*, *apolar* va *geteropolar* moddalarga bo'linadi.

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

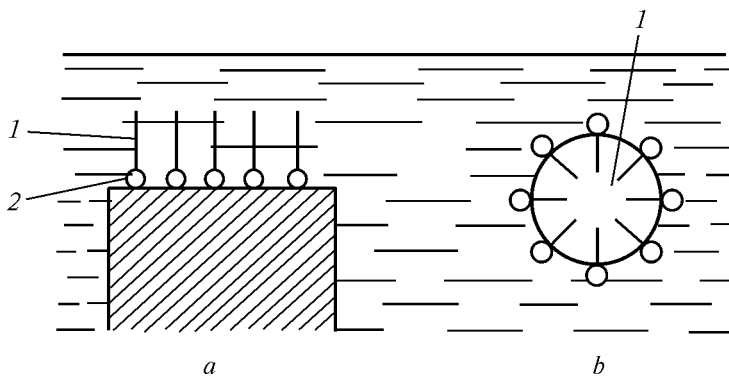
Polar moddalarga misol sifatida noorganik kislotalarni, tuzlarni keltirish mumkin.

Apolar 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.

Geteropolar birikmalar bir vaqtning o'zida ham polar, ham apolar xossalarga ega. Geteropolar moddalarning molekulari ikki qismdan tashkil topgan. Molekulaning polar qismi kimyoviy faol birikma hisoblanib, suvda yaxshi eriydi va suv bilan ho'llanadi. Molekulaning apolar qismi esa boshqa moddalar bilan kuchsiz ta'sirlashadi, suvda kam eriydi va suv bilan ho'llanmaydi. Masalan, etil spirti C_2H_5OH molekulasining polar qismi C_2H_5 bo'lsa, OH-gruppa apolar qismi hisoblanadi.

Agar geteropolar moddani suv-havo ajralish chegarasida joylashtirilsa, uning molekulari quyidagicha joylashadi: molekulaning faol polar qismi suv tomonga, apolar qismi esa havo tomonga yo'nalgan bo'ladi. Shunday qilib, havo suv yuzasi bilan emas, balki molekulaning apolar uchi qatlami bilan chegaradosh bo'ladi (yuqoridagi misolda etil spirtining apolar OH-gruppasi bilan).

Ikki faza chegarasida erkin yuza energiyasi (sirt tarangligi) ni kamaytiruvchi kimyoviy moddalar *sirt-aktiv moddalar* (SAM) deyiladi.



14-rasm. Suv-mineral zarracha (a) va suv-havo (b) chegarasida geteropolar molekulalarning adsorbsiyalanishi:

1 — molekulaning apolar qismi; *2* — molekulaning polar qismi.

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

Shunga o‘xshash jarayonlar mineral zarracha yuzasida ham ketadi (14-rasm). Agar mineral yuzasida geteropolar modda molekulalari adsorbsiyalansa, molekulalar polar qismi *2* bilan mineral tomonga, apolar qismi *1* bilan tashqariga yo‘nalsa, mineral yuzasining ho‘llanishi keskin kamayadi hamda u havo pufakchasiga yopishish va qalqib chiqish qobiliyatiga ega bo‘ladi.

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 geteropolar modda kiritiladi (15-rasm), bu bilan havo pufakchalarining yuzaga qalqib chiqqanidan keyin ham yopishishining oldi olinadi.

Shunday qilib, geteropolar moddalar molekulalarining 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 m³ havoni

maydalashda hosil bo'ladigan 0,8 mm li havo pufakchasi zarrachalarining o'lchami 30 mkm bo'lgan 840 kg atrofidagi galenitni flotatsiyalay olishga qodir.

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;

— bo'tanaga tushadigan havoni maydalash natijasida ko'p sonli mayda pufakchalar hosil bo'ldi;

— mineral zarrachalar havo pufakchalari bilan to'qnashib, suvhavo ajralish chegarasida minerallashgan pufakchalar hosil qilib birikadi;

— minerallashgan pufaklar ko'pik qatlami hosil qilib, bo'tananing yuziga qalqib chiqadi;

— minerallashgan ko'pik bo'tana yuzasidan tushirib olinadi.

Odatda, foydali minerallar ko'pikka o'tadi, puch tog' jinslarining minerallari esa bo'tanada qoladi.

Yirik zarrachali mahsulotni flotatsiyalash. Odatda, flotatsiyalanuvchi minerallar yirikligining yuqori chegarasi 0,5 mm ni tashkil qiladi. Agar bo'tanani mashinaga berishdan oldin aeratsiyalansa va havo bilan to'yintirilsa, flotatsiyalanuvchi zarrachalar o'lchamini 1 mm gacha ko'tarish mumkin.

Ultraflotatsiya usuli — yanchilgan mineral-tashuvchi yuzasiga flotatsiyalanuvchi mineral mayin shlamlarining tanlab yopishishiga asoslashgan. Mineral-tashuvchining yuzasi flotoreagentlar yordamida gidrofob qilinadi. Tashuvchi sifatida barit, dala shpati, ohaktosh, ba'zan esa flotatsiyalanuvchi mineralning nisbatan yirikroq fraksiyasi ishlatiladi. Tashuvchi mineralning yuklangan zarrachalari havo pufakchalariga shlamlarga nisbatan osonroq yopishadi va bu yanchishda oson shlamlanuvchi rudalarni ham boyitishga imkon beradi. Mineral-tashuvchilar flotatsiya yoki boshqa usullar bilan amalga oshiriladi.

Ionli flotatsiyada ko'pikli flotatsiya prinsiplari suvli eritmalarda molekula yoki ion hoida joylashgan sirt aktiv moddalarni ajratishda ishlatiladi. Buning uchun eritma ustidan gaz pufakchalarining oqimi o'tkaziladi va hosil bo'lgan ko'pik ajratib olinadi. Ionli flotatsiyani eritmadagi qimmatbaho komponentning miqdori juda kichik bo'lganda, shuningdek, suvni sirt aktiv moddalardan tozalashda ishlatiladi.

Flokular flotatsiya — bu minerallashgan havo pufakchalariga alohida zarrachalarning emas, balki zarrachalar guruhining birligida, agregat holidagi koʻpik hosil qilish bilan boradigan flotatsiya turidir. Flotatsiyada flokula hosil qilish uchun maʼlum sharoitlar yaratiladi.

Flotatsiya jarayoni boshqa boyitish jarayonlari bilan birgalikda ham qoʻllanilishi mumkin. Masalan, flotogravitatsiya — bir vaqtning oʻzida konsentratsion stolda va flotatsiya usulida boyitish. Flotochoʻktirish — choʻktirish mashinalarida flotatsiya reagentlarini qoʻllab boyitishdir.

Flotogravitatsiya. Flotogravitatsiyaning mohiyati boyitishning flotatsiya va gravitatsiya usullarini birlashtirishdan iborat. Flotogravitatsiya odatdagi konsentratsion stol yoki vintli separatorlarda amalga oshiriladi. Flotogravitatsiya birinchi marta volframli va qalayli boyitmalarni tozalash maqsadida ishlatilgan. Bu usulning afzalligi shundaki, unda bir xil zichlikka ega minerallarni ham ajratish mumkin. Ajratiladigan mineral zarrachalarning oʻlchami 3 mm ga yetadi. Flotogravitatsiya mahsulotlariga ajraluvchi dastlabki ruda minerallarining gidrofobligini oshirish uchun flotoreagentlar bilan ishlanadi. Stol yuzasida harakatlenganda flotoreagentlar bilan ishlangan minerallar yuzaga qalqib chiqadi va suv bilan yuvilib tushadi. Gidrofil minerallar stol yuzasida harakatlanib, odatdagi gravitatsiya usulida ajratiladi.

FLOTATSION REAGENTLAR VA ULARNING TASNIFI

Flotatsion reagentlar deb, flotatsiya jarayonini boshqarish va tartibga keltirish maqsadida boʻtanaga kiritiladigan kimyoviy moddalarga aytiladi. Ular minerallarni tanlab flotatsiyalanishi uchun sharoit yaratadi, yaʼni foydali minerallarni puch togʻ jinslaridan va bir-biridan ajratish uchun hamda flotatsiyalanuvchi mineral zarrachalarni yuqoriga koʻtarib olib chiquvchi mustahkam havo pufaklari bilan toʻyinishini taʼminlaydi.

Hozirgi vaqtda foydali qazilmalarni flotatsiyalashda ishlatiladigan flotatsion reagentlarning turlari xilma-xildir. Ularning orasida organik va noorganik moddalar, suvda yaxshi eriydigan va amalda erimaydigan tabiiy va sintetik birikmalar uchraydi.

Flotatsion reagentlar ishlatish vazifasiga qarab shartli ravishda 5 guruhga bo'linadi: to'plovchilar, ko'pik hosil qiluvchilar, so'ndiruvchilar, faollashtiruvchi va muhitning boshqaruvchilari. Flotoreagentlarning oxirgi uch guruhi umumiy nom bilan *modifikatorlar* deb birlashtiriladi.

TO'PLOVCHILAR

To'plovchilar mineral zarracha yuzasida adsorbsiyalanib, uni suv bilan ho'llanish xususiyatini kamaytiruvchi va havo pufakchalariga yopishishini osonlashtiruvchi organik birikmalar hisoblanadi.

Molekulasining tuzilishiga qarab to'plovchilar geteropolar va apolar to'plovchilarga bo'linadi. Ko'pgina to'plovchilar sirt-aktiv geteropolar birikmalaridan iborat.

Apolar to'plovchilar uglevodorodlardan tashkil topgan bo'lib, ular suvda deyarli erimaydi, ionlarga dissotsilanmaydi va mineral zarracha yuzasi bilan kimyoviy ta'sirlashmaydi. Apolar to'plovchilarning ta'sir qilish mexanizmi ularni mineral zarracha yuzasida Van-der-Vaals kuchlari hisobiga molekular shaklida o'rnashidan iborat (molekular adsorbsiya). Molekular adsorbsiya fizik adsorbsiya hisoblanib, adsorbsiyalanuvchi modda (reagent) bilan mineral orasida molekular (elektrostatik) bog'lanish kuchlari ta'sir etadi.

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

Apolar to'plovchilar sifatida ko'pincha kerosin, transformator va mashina yog'lari, smolalar, ko'mir, slanets, torfni haydash mahsulotlari ishlatiladi.

Flotatsiyada ishlatiladigan ko'pchilik to'plovchilar polar va apolar gruppalardan tashkil topgan geteropolar molekula tuzilishiga ega. Bunday tuzilishga ega to'plovchilarning tipik vakili —

natriy oleati $C_{17}H_{33}COONa$ dir. Uning apolar gruppasi uglevodod radikali R ($C_{17}H_{33}$) dan iborat bo'lib, u gidrofob, polar qismi esa atomlarning $COONa$ gruppasidir.

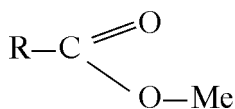
Geteropolar to'plovchilarning mineral yuzasi bilan ta'sirlashuv mexanizmi yuqorida ko'rib o'tilgan apolar to'plovchilarnikidan tubdan farq qiladi. Geteropolar to'plovchilarning mineral yuzasida adsorbsiyalanishida polar gramma mineral yuzasiga tomon yo'nalib, u mustahkam kimyoviy birikma hosil qilib, o'zaro ta'sirlashadi. Apolar gruppasi esa suv fazasi tomonga yo'nalib, gidrofob bo'lgani sababli mineral yuzasini gidrofoblab, uni havo pufakchasiga yopishishini ta'minlaydi.

Shunday qilib, bu holda to'plovchining mineral yuzasida mahkamlanishi kimyoviy adsorbsiya tufayli sodir bo'ladi. Kimyoviy adsorbsiyaning mohiyati shundan iboratki, to'plovchi-reagent suvda ionlarga dissotsiyalanadi va mineral yuzasida reagentning anioni yoki kationi mahkamlanadi, ya'ni mineral bilan reagent orasida mustahkam kimyoviy bog' hosil bo'lib, uning hisobiga yangi kimyoviy birikma hosil bo'ladi. Bu birikma mineral atomlari bilan mustahkam bog'ga ega va uni minerallarning kristall panjarasi bilan bir butun deb hisoblash mumkin.

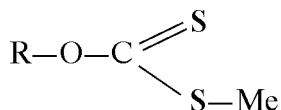
Suvli muhitda dissotsilanish qobiliyatiga qarab geterogen to'plovchilar ikki guruhga bo'linadi: suvda anion va kationga dissotsilanuvchi ionogen hamda suvda erimaydigan noionogen.

Mineral yuzasida adsorbsiyalanuvchi molekula faol qismi zaryadining ishorasiga qarab, geteropolar to'plovchilar *anionli* va *kationli to'plovchilarga* bo'linadi. Agar gidrofoblovchi ion anion bo'lsa, bu to'plovchi *anionli to'plovchi*, agar kation bo'lsa, *kationli to'plovchi* deyiladi.

Anionli to'plovchilar sulfgidril va oksigidril to'plovchilarga bo'linadi. Oksigidril to'plovchilarda molekula polar qismining kationi kislorod bilan



sulfgidril to'plovchilarda esa oltingugurt bilan bog'langan:



Oksigidril to'plovchilarga yog' kislotalari va ularning sovunlari, alkilsulfatlar, alkil va arilsulfonatlar kiradi. Sulfgidrilarga esa ksantogenatlar, merkaptanlar, ditiofosfatlar va h.k. lar kiradi.

Yog' kislotalari va ularning sovunlari. To'plovchilarning bu guruhiga texnik olein kislotasi, natriyli sovun (natriy oleati), sulfatli sovun, talliy yog'i, oksidlangan kerosin va h.k. lar kiradi.

Olein kislotasi 14 °C da muzlovchi suyuqlik. Shuning uchun uni ishlatganda organik erituvchi (kerosin) qo'shiladi yoki bo'tana qizdiriladi. Olein kislotasi tanqis va qimmat reagent hisoblanadi, amalda uning o'rnini bosuvchi talliyli yoki sulfatli yog', naften kislotasi va h.k. lar ishlatiladi.

Yog' kislotalari jarayonga suvli emulsiya holida beriladi va kalsit CaCO_3 , fluorit CaF_2 , sheyelit CaWO_4 , barit BaSO_4 va h.k.larni yaxshi flotatsiyalaydi.

Yog' kislotalarining sovunlari yog' kislotalarini ishqorlar, metall 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 uglevododorodlar 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 ($\text{R}-\text{SO}_3\text{Me}$), sulfonatlarda esa kislorod orqali bog'langan ($\text{R}-\text{O}-\text{SO}_3\text{Me}$).

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

Alkilsulfatlar alkil- va arilsulfonatlarga nisbatan ancha kuchli to'plovchilar hisoblanadi.

Og'ir rangli metallar va nodir metallar rudalarini boyitishda sulfgidril 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.

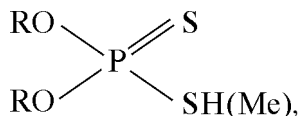
Ksantogenatning nomi ksantogenat olingan spirt bilan metallning nomidan hosil qilinadi. Masalan, $S_4H_9 \cdot O \cdot CS_2K$ ksantogenati *kaliyning butil ksantogenati* deyiladi.

Butil ksantogenatidan tashqari kaliyning etil ksantogenati $S_2H_5OCS_2K$, propil ksantogenati $S_3H_7OCS_2K$ ham keng ishlatiladi. Ulardan tashqari natriy ksantogenatlari ham qo‘llaniladi.

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 rudalarining flotatsiyasida ksantogenatlar bilan bir qatorda diaril va dialkilditiofosfor kislova va ularning tuzlari ham ishlatilib, ular jahon amaliyotida *aeroflotlar* nomi bilan yuritiladi. Bu birikmalarning tuzilishi quyidagi umumiy formula bilan ifodalanishi mumkin:



bu yerda: R — uglevodorod radikalini;

$H(Me)$ — vodorod yoki ishqoriy metall atomi.

Ditiofosfatlar zichligi 600 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 gruppasi SH-sulfgidril gruppaga 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.

Kationli to‘plovchilar vodorod atomi qisman yoki to‘liq uglevodorod radikaliga almashgan ammiakning hosilalari hisoblanadi. Kationli to‘plovchilar aminlar holida namoyon etiladi. Aminlar

birlamchi RNH_2 , ikkilamchi R_2NH va uchlamchi R_3N aminlarga bo‘linadi.

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

KO‘PIK HOSIL QILUVCHI REAGENTLAR

Ko‘pik hosil qiluvchilar suv-havo fazasi ajralish chegarasida adsorbsiyalanish qobiliyatiga ega geteropolar organik moddalaridir. Ular havo pufakchasiga barqarorlik, mexanik mustahkamlik, disperslik beradi va bo‘tanadagi pufakchalarning ko‘tarilish tezligini kamaytiradi. Ko‘pik hosil qiluvchining molekulasi suv-havo chegarasida polar qismi bilan suvga, apolar 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, balki 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 (vazifalarni) bajaradi:

1. Havo pufakchalarining kaolessensiyalanishiga, ya‘ni ular o‘lchami kattalashuviga qarshilik qiladi. Havo pufakchalarining yuzasi ko‘pik hosil qiluvchining adsorbsiyalangan molekulari bilan qoplangan pufaklar atrofida uning kaolessensiyalanishiga 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 deformatsiyalanadi va oquvchi shaklga ega

bo'lmaydi. Ko'pik hosil qiluvchi ishtirokida havo pufakchalari ko'tarilish tezligining pasayishi ularning bo'tanada bo'lish vaqtini uzaytiradi va havo pufakchalarining minerallashish ehtimolligini oshiradi.

3. Bo'tana yuzasiga qalqib chiqqan havo pufakchalarining o'chib qolishiga to'sqinlik qiladi. Qalqib chiquvchi pufakcha va bo'tananing yuzasi orasidan suv kapillar 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 polar gruppalari atrofidagi gidrat qatlam suv molekulasini ushlab qolib, qobiq yupqalashishini qiyinlashtiradi. Havo pufakchasi yuzasidagi ko'pik hosil qiluvchi molekulasining qobig'i ular yuzasining 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.

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 polar gruppalarni saqlovchi ko'p sonli moddalar ega. Yaxshi ta'sir etuvchi ko'pik hosil qiluvchilar o'z tarkibida quyidagi polar gruppalarning birini saqlaydi: —OH(gidroksil), —COOH(karboksil), =S=O (karbonil), NH₂-amin va SO₂OH-(sulfogruppa).

Polar gruppaning tarkibiga qarab ko'pik hosil qiluvchilar *nordon* (spirtli va krezilli ditiofosfatlar, fenollar, alkilarilsulfonatlar), *neytral* (terpineol, qayrag'och yog'i, ОПСБ-propilen oksidi butil spirti, ОПСМ-propilen oksidi metil spirti) va asosli (og'ir pirdin)larga bo'linadi.

Flotatsiyada quyidagi ko'pik hosil qiluvchi reagentlar ishlatiladi: qayrag'och yog'i, og'ir pirdin, ОПСБ, ОПСМ va h.k.

Qayrag'och yog'i skipidar hidli, och sariqdan to'q sariqqacha rangli tiniq suyuqlik. Uni qayrag'och daraxtlari to'nkalarini yan-

chib, o'tkir bug' bilan qayta ishlab olinadi va olingan skipidar fraksiyalab haydaladi.

Qayrag'och 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 qayrag'och yog'ida-gidek 25—100 g/t miqdorda sarflanadi.

ОПСБ (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.

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

SO'NDIRUVCHILAR

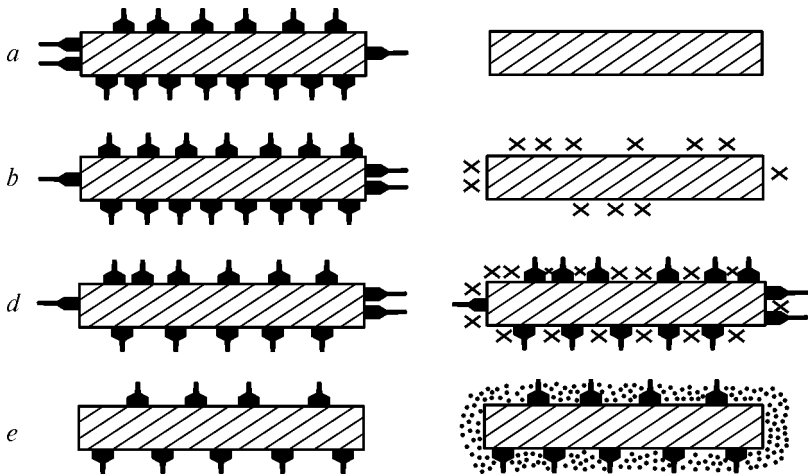
So'ndiruvchilar mineral zarracha — suyuqlik ajralish chegarasida ta'sir etib, mineral yuzasini suv bilan ho'llanishini oshiruvchi va unda to'plovchining mahkamlanishiga qarshilik ko'rsatuvchi moddalardir.

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 (15-rasm).

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 (15-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 (15-rasm, *b*).



15-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.

3. So'ndiruvchi to'plovchini siqib chiqarmasdan mineral zarracha yuzasining gidrofilligini oshiradi (15-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 (15-rasm, *e*). So'ndiruvchining to'plovchidan oldin kiritilgani to'plovchining mineral zarracha bilan ta'sirlashuvini istisno qiladi.

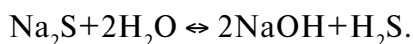
Sulfidli minerallarning flotatsiyasida sianidlar boshqa depressor-rux kuporosi bilan birgalikda ishlatiladi. Bu holda mineral yuzasida rux gidroksidining gidrofil cho'kmasi cho'kadi va mineral flotatsiyalanish qobiliyatini yo'qotadi.

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.

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 depressiyalaydi.

Suvda natriy sulfid kuchli asos va kuchsiz kislotaning tuzi sifatida gidrolizga uchraydi va kuchli ishqoriy muhitni hosil qiladi:



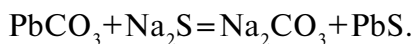
Hosil bo‘lgan sulfid kislotasi H_2S ikki bosqichda ionlarga dissotsilanadi:



Muhitning pHga qarab bo‘tanada H_2S , HS^- va S^{2-} ionlari ishtirok etishi mumkin bo‘lib, ular minerallarga kuchli darajada ta‘sir qiladi.

HS^- va S^{2-} ionlarining so‘ndirish xususiyati to‘plovchini mineralga adsorbsiyalanishini to‘xtatishda, shuningdek, adsorbsiyalanishga ulgurgan to‘plovchini qaytarib chiqarishga asoslangan. Natriy sulfidining bu xususiyati sulfidli kollektiv boyitmani selektiv flotatsiyalashda ishlatilib, bunda molibdenitdan tashqari barcha sulfidlar yuzasidan ksantogenat ionlari siqib chiqarilib, flotatsiya to‘xtaydi.

Natriy sulfidi, shuningdek, og‘ir rangli metallar oksidli mineralarini yaxshi sulfidlovchi hamdir. Masalan, serussitni natriy sulfidi bilan sulfidlashda mineral yuzasida qo‘rg‘oshin sulfidining pardasi hosil bo‘lib, buning natijasida serussit ksantogenatlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi:



Kaliyning ikki xromli nordon tuzlari $K_2Cr_2O_7$ galenitni yaxshi so'ndiradi. Ularning so'ndiruvchi ta'siri galenit yuzasida CrO_4 ionlarining adsorbsiyalanishi bilan bog'liq. Kaliy xromat mineralning ksantogenat bilan band bo'lmagan joylari bilan ta'sirlashganda qo'rg'oshinning xromatli cho'kmasi hosil bo'lib, bu joylarning suv bilan ho'llanishini oshiradi hamda mineral yuzasida to'planuvchi hosil qilgan gidrofoblangan joylar bo'lishiga qaramay mineral depressiyalanadi.

Suyuq shisha kvarts va silikatlarini, shuningdek, kalsit va fluorit, kalsit va sheelit kabi flotatsion xususiyatlari bir-biriga yaqin minerallarni ajratishda so'ndiruvchi sifatida ishlatiladi. Suyuq shishaning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi o'rganilmagan.

Organik so'ndiruvchilar (kraxmal, dekstrin, karboksimetilselluloza) so'ndirish qobiliyatini bo'tanada kolloid zarrachalarni hosil qilish va ularni mineral zarracha yuzasiga yopishishi natijasida sodir etadi. Kraxmal va dekstrinni mis minerallarini ajratishda, molibdenitni depressiyalashda hamda temirli rudalarni flotatsiyalashda ishlatish mumkin. Uning sarfi 0,1—0,15 kg/t. Karboksimetilsellulozaning suvda eruvchi natriyli tuzi tarkibida talk kabi flotoaktiv silikatlarini saqlovchi sulfidli rudalarni flotatsiyalashda ishlatiladi.

FAOLLASHTIRUVCHILAR

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 chetlashtirishidir. 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.

Flotatsiya amaliyotida faollashtiruvchilar sifatida mis kuporosi ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), sulfat kislota H_2SO_4 , eruvchi sulfidlar (ko'pincha Na_2S) va kislorod ishlatiladi.

Mis kuporosi sfaleritni faollashtirish uchun ishlatiladi. Uning faollashtiruvchi xususiyati shundan iboratki, agar sfalerit soʻndirilgan boʻlsa, u sianidni bogʻlaydi va sfalerit yuzasida sfalerit bilan mustahkam bogʻlangan mis sulfidini hosil qiladi. Ksantogenat mis sulfidi pardasida sfaleritning tabiiy yuzasidagiga nisbatan mustahkamroq bogʻlanadi. Mis kuporosi pirit va pirrotinni kuchsizroq faollashtiradi.

Sulfat kislota pirit va pirrotinni faollashtirish uchun ishlatiladi. Faollashtirish mineral zarracha yuzasidagi temir gidroksidi pardasini eritishdan iborat boʻlib, buning natijasida mineral flotatsion qobiliyatini tiklaydi.

Natriy sulfidi rangli metallar oksidli minerallarini sulfidlash-tirishda ishlatiladi. Bunda mineral zarracha yuzasida oksid parda hosil boʻladi. Boʻtanada mineral parda bilan taʼsirlashish va kislorod bilan oksidlanish natijasida erkin sulfid ionlarining soni asta-sekin kamayib boradi va ular yoʻqolishi bilan ksantogenatni oksid parda yuzasida hosil boʻlgan sulfid parda yuzasida adsorb-siyalanishiga imkoniyat tugʻiladi. Shu paytda oksidlangan minerallar yaxshi flotatsiyalanadi. Keyinchalik, sulfid parda oksidlanadi va unga mahkamlangan ksantogenat bilan birgalikda qat-qat boʻlib koʻchadi hamda flotatsiya toʻxtaydi. Flotatsiyani qayta tiklash uchun qayta sulfidlash amalga oshiriladi.

Havo kislorodi sulfidli minerallar yuzasini va boʻtanadagi erkin sulfid ionlarini oksidlash natijasida faollashtiradi. Sulfidli minerallar yuzasining qattiq oksidlanib ketishi ham zararli, chunki bunda toʻplovchining sarfi ortib ketadi.

MUHITNING REGULATURLARI

Muhitning regulatorlari minerallarning flotatsiyasi ketayotgan muhitning ishqoriylikini oʻzgartirishga ishlatiladi.

Muhitning ishqoriy yoki kislotali xossalari pH koʻrsatkich yoki vodorod hamda gidroksil ionlari konsentratsiyasi bilan xarakterlanadi.

Vodorod koʻrsatkich pH deb vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy logarifmiga aytiladi:

$$\text{pH} = -\lg [\text{N}]^+.$$

Kislotali muhitda vodorod ionlarining konsentratsiyasi gidro-oksil ionlarining konsentratsiyasidan katta, ishqoriy muhitda esa, buning teskarisi, gidrooksil 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 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 solinadi.

FLOTATION MASHINALAR

Flotatsiya jarayoni **flotatsion mashinalar** deb ataluvchi boyitish apparatlarida amalga oshiriladi.

Flotatsion mashinalarning konstruksion tuzilishi va ishlatilish sohaslaridan qat'i nazar, ularning umumiy belgisi ishchi muhit sifatida mayda havo pufakchalari bilan to'yingan bo'tananing ishlatilishidir.

Bo'tanani aralashtirish va aeratsiyalash usuliga qarab flotatsion mashinalar 3 turga bo'linadi:

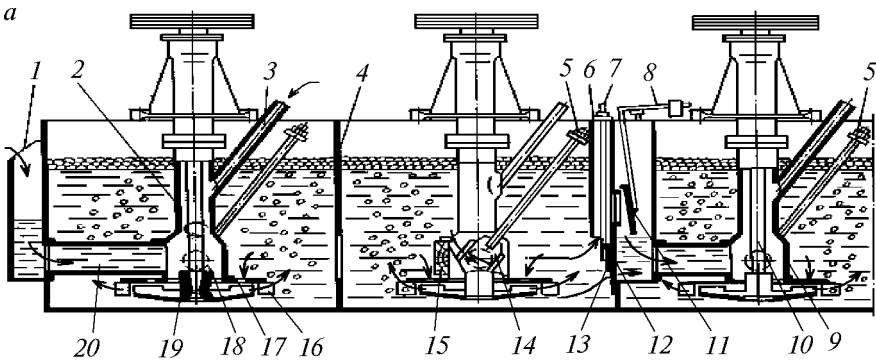
- 1) mexanik;
- 2) pnevmatik;
- 3) pnevmomexanik.

Mexanik flotatsion mashinalarda bo'tanani aralashtirish, havoni mayda pufakchalarga ajratish va atmosferadan havoni so'rish impeller (maxsus konstruksiyaga ega aralashtirgich) 1 yordamida amalga oshiriladi.

Pnevmatik flotatsion mashinalarda bo'tanani havoga to'yintirish va uni aralashtirish havo puflovchi moslama orqali beriladigan siqilgan havo yordamida amalga oshiriladi.

Pnevmomexanik (kombinatsiyalangan) **flotatsion mashinalarda** siqilgan havo havo puflagichlardan beriladi, havoni maydalanish va bo'tanani aralashtirish aylanuvchi impeller orqali amalga oshiriladi.

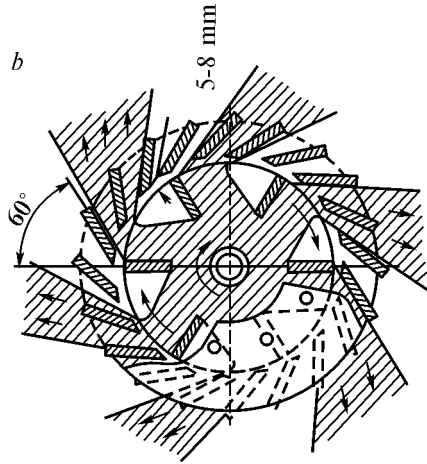
Mexanik flotatsion mashinalar boyitish fabrikalarida eng ko'p tarqalgan hisoblanadi (16-rasm).



16-rasm.

a — mexanik flotatsion mashina;
b — mexanik mashinada stator
 parraklarini oʻrnatish sxemasi:

1 — yuklovchi choʻntak; 2 — markaziy truba; 3 — patrubok; 4 — toʻsiq; 5 — tyaga; 6 — savat; 7 — sterjen; 8 — richag; 9 — stakan; 10 — vertikal val; 11 — qopqoq; 12–13 — tuynuklar; 14 — shiber; 15 — tiqin (poʻkak); 16 — parraklar; 17 — impeller osti diski; 18 — tuynuk; 19 — impeller; 20 — soʻruvchi patrubok.



Mashina toʻsiq orqali bir nechta toʻgʻri burchakli kameralarga boʻlingan vannadan iborat. U har biri ikkita — soʻruvchi va oqib oʻtuvchi kameralardan iborat seksiyalardan yigʻiladi.

Har qaysi kamerada markaziy truba boʻlib, uning ichida impellerli val aylanadi. Impeller vertikal valga qattiq mahkamlangan radial parrakli rotordan iborat. Val ponasimon-qayishli uzatma orqali elektr dvigateldan harakatga keltiriladi. Markaziy trubaning quyi qismi kengaytirilgan va gorizontaldagi (boʻtanani sirkulatsiya qiluvchi va yoʻnaltiruvchi parrakli) impeller usti diski oʻrnatilgan stakanga oʻtadi. Parraklar disk radiusiga nisbatan 60° li burchak ostida joylashgan (16-rasm, b).

Parrakli disk mashinaning *statori* deyiladi. Stator impeller toʻxtaganda, uni loyqa bilan toʻlib qolishdan asraydi. Stakan uchta teshikka ega. Ulardan biriga soʻruvchi kameralarda soʻruvchi

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. Agar oraliq mahsulot kameraga qaytarilmasa, teshiklarning biri tiqin 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 flotatsion mashinaning 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.

Mashina quyidagicha ishlaydi. Bo'tana yuklovchi cho'ntakdan patrubok 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'tananing butun hajmi bo'yicha tarqaladi.

Mineral zarrachalar bilan to'qnashgan havo pufakchalari minerallashadi va bo'tananing yuzasiga ko'tariladi, ko'pik holda 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.

Oqib o'tuvchi kameradan bo'tana keyingi ikki kamerali sek-siyaga tushadi va jarayon qaytariladi. Flotatsiyalanmagan minerallar oxirgi kameradan chiqarib olinadi.

Mexanik flotatsion mashinalarning afzalligi ularga xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning qulayligi hamda osonligidir.

Impeller va statordan iborat uzatkichli mexanizm bir bo'lakda yig'ilgan bo'lib, uni boshqasi bilan tez va oson almashtirish mumkin yoki boshqa istalgan kamera o'rnatish mumkin.

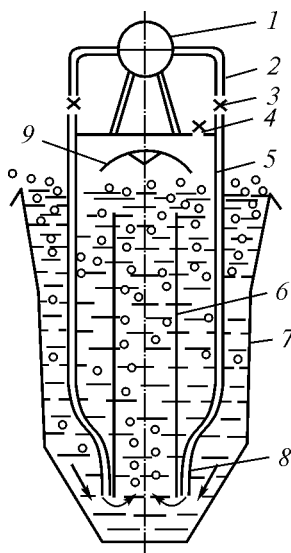
PNEVMATIK FLOTATSION MASHINALAR

Pnevmatik (aerolift) flotatsion mashinalar 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.

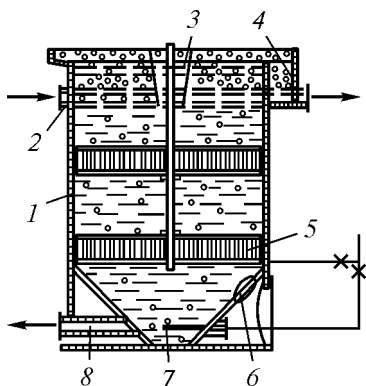
Vannaning chuqurligiga qarab, aerolift mashinalar 2 ga bo'linadi:

- 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 hisoblanib mashinaning tubiga yetmagan 2 ta vertikal to'siq orqali hosil qilinadi (17-rasm). 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 zulfin (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'lmalariidagi bo'tana havo bilan kam to'yingani uchun markaziy



17-rasm. Chuqur aeroliftli flotatsion mashina:
1 — markaziy kollektor; 2 — havo o'tkazuvchi quvur; 3 — zulfin; 4 — tuynuk; 5 — yo'naltiruvchi to'siq; 6 — aerolift; 7 — vanna; 8 — aerator; 9 — otboynik.



18-rasm. Pnevmatik flotatsion mashina ФП—100:

1 — kamera; 2 — yuklovchi tuy-nuk; 3 — ko‘pik qaytaruvchi; 4 — tarnovcha; 5 — aerator; 6 — luk; 7 — shaybali aerator; 8 — bo‘shatuvchi moslama.

bo‘lmadagi bo‘tanaga nisbatan katta-roq zichlikka ega bo‘ladi va u aerolift kameraga tomon intiladi.

Aerolift kamerada havo pufakchalarning maydalanishi bo‘tana-havo aralashmasining turbulent harakati tufayli yuzaga keladi. Minerallashgan havo pufakchalari aerolift kamerada yuqoriga ko‘tariladi va yo‘naltiruvchi to‘siq 5 lar yordamida yonbosh bo‘lmalarga 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 tuynik 4 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Pnevmatik flotatsion mashina ФП-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 flotatsion mashinalardan tuzilishining soddaligi, harakatlanuvchi va tez ishdan chiquvchi qismlarining yo‘q-ligi, kam metall va elektr energiyasi ishlatilishi, kam joy egallashi bilan ajralib turadi (18-rasm).

Bu 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 trubadan uni geometrik tarzda ushlaydigan nippel bilan tayyorlanib, ularga elastik teshik-teshik trubalar mahkamlanadi.

Mashinaning yuqori qismida taxminan 4 m balandlikda ikkinchi aerator oʻrnatilgan. Ikkala aerator ham oʻzlarini mashina balandligi boʻylab yoʻnaltiruvchi va koʻtaruvchi moslamalar bilan taʼminlangan. Bu esa flotatsiya mahsulotlariga qoʻyiladigan talabga qarab, flotatsiyani boshqarish imkonini beradi.

Naysimon aerator boʻtanadagi havo pufakchalarini samarali maydalaydi va ularni muallaq holda ushlab turishni taʼminlaydi.

Naydagi har bir teshik jajji qopqoq (klapan) dan iborat boʻlib, u maʼlum havo bosimida ochiladi. Havo berish toʻxtatilishi bilan teshikcha yopiladi va naysimon aeratorga boʻtana oqimi kirishi toʻxtaydi.

Mashinani dastlabki mahsulot (boʻtana) bilan toʻldirish uning yonboshidagi (yuqori qismida) tuynuk 2 orqali amalga oshiriladi.

Koʻpikli mahsulot (boyitma) tarnovcha 4 ga oqib tushadi. Chiqindi boʻshatuvchi moslama 8 orqali chiqariladi.

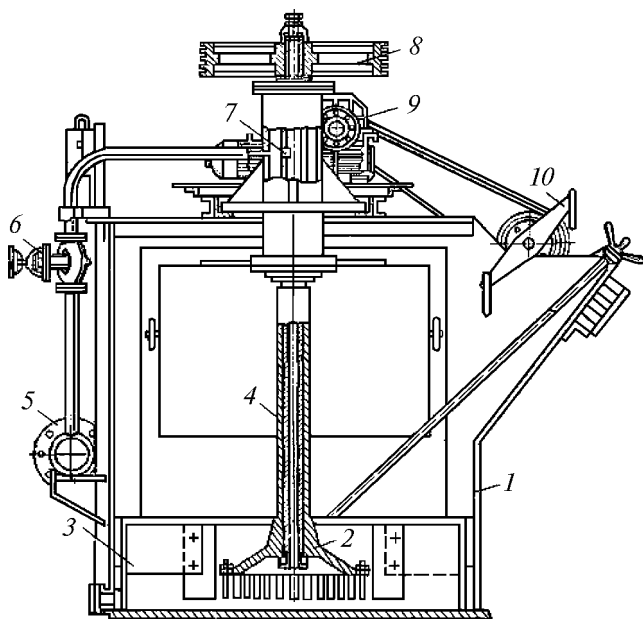
Aeratorga berilayotgan havoning sarfi va bosimini oʻzgartirib, koʻpikni minerallashtirish, boyitmaning sifatini va chiqishini boshqarish mumkin.

Mashinaning yuqori qismida koʻpik ushlovchi moslama oʻrnatilgan boʻlib, u koʻpikni markazdan chetga yoʻnaltiradi. Mashinani koʻzdan kechirish uchun uning ostki qismida luk oʻrnatilgan.

PNEVMOMEXANIK FLOTATSION MASHINALAR

Pnevnomexanik flotatsion mashinalar ishlash prinsipiga qarab mexanik mashinalarga oʻxshaydi, farqi esa aerator boʻgʻinining tuzilishida. Bu mashinalarda aerator atmosferadan havoni soʻrish uchun emas, balki siqilgan havoni (kameraga majburan berilgan) maydalashga va boʻtanadagi qattiq zarrachalarni muallaq holda ushlab turish uchun moʻljallangan (19-rasm).

Havo havu puflagichdan (0,2—0,4) 10^{-4} Pa bosim ostida mashina korpusi 1 orqa devori boʻylab joylashgan havo kollektoriga va naydagi teshikcha 7 lar orqali boʻsh vertikal val 4 yordamida aylanayotgan impeller 2 ga tushadi va u yerda mayda havo pufakchalari hosil boʻladi. Kameraga beriladigan havo sarfini boshqarish uchun ventil xizmat qiladi.



19-rasm. Pnevnomexanik flotatsion mashina:

1 — korpus; 2 — impeller; 3 — tinchitgichlar; 4 — val; 5 — havo kollektori; 6 — ventily; 7 — teshik; 8 — shkiv; 9 — reduktor; 10 — ko‘pik tushirib oluvchi moslama.

Radial parrakli tinchitgichlar 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 havo pufaklari bilan bir tekis to‘yinishi sodir bo‘ladi. Kamera ga beriladigan havoni boshqarish uchun ventily (jo‘mrak) 6 xizmat qiladi.

Ko‘pikli mahsulot shkiv 8 va reduktor 9 orqali harakatga keltiriladigan elektr dvigateldan aylanadigan ko‘pik haydovchi moslama orqali ajratib olinadi.

Pnevnomexanik mashinalar mexanik mashinalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bu mashinalarda flotatsiya tezligi katta, havo yaxshi maydalanadi, elektr energiyasi sarfi kamayadi.

Pnevnomexanik mashinalarda flotatsiya olib borish ularda flotatsiya tezligining mexanik mashinalardagiga nisbatan 30—40% oshishi, elektr energiyaning sarfi esa 30—40% kamayishini ko‘rsatadi.

**PNEVMOMEXANIK FLOTATSION MASHINALARNING TEXNIK
XARAKTERISTIKASI**

Ko'rsatkichlar	Markasi	ФПМ— ГМО—1,6	ФПР—40	ФПР—63
Kameraning foydali hajmi, m ³		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 ³ /min		3,5	3,5	6
Bo'tana bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m ³ /min		6 gacha	5—8	8—14
Elektr dvigatel quvvati, kW		6,3	8,6	23,1
Ikki kamerali seksiyaning og'irligi, t		3,8	3,2	5,1

**FLOTATSIYA JARAYONIGA TA'SIR
QILUVCHI OMILLAR**

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 tartibi, suvning tarkibi, flotatsiya vaqti, bo'tananing mashinadagi aeratsiyalanish darajasi va h.k.lar kiradi.

Qo'llanadigan reagentlarni tanlash, ularning sarfi va rudadagi komponentlarni ajralish ketma-ketligi boyitilayotgan rudaning mineral tarkibiga bog'liq. Rudani mineral-petrografik o'rganish asosida flotatsiyadan oldin hamma mineral komponentlarining tarkibi, o'simtalarning o'zaro tuzilishi, begona aralashmalarning oksidlanish darajasi va har qaysi komponentning massa ulushi belgilanadi. Buning asosida reagentlar tanlanadi, yanchish va flotatsiya sxemalari belgilanadi.

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 minerallaridan to'liq ozod bo'lgan va flotatsiyalanuvchi zarrachalarning o'lchami havo pufakchalarining ko'tarilish 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 yomonlashtiruvchi va reagentlar sarfini oshiruvchi, o'lchami 0,02 mm dan kichik shlamlar ham bo'lmasin.

Bo'tana qattiq zarrachalarining massa ulushi 15—40% gacha bo'lishi mumkin. Flotatsiyaning ba'zi operatsiyalarida suyuqroq bo'tana ishlatish maqsadga muvofiq bo'lsa, ayrim operatsiyalar uchun esa bo'tana quyultiriladi.

Bo'tananing zichligi katta bo'lganda uning pufakchalar bilan to'yinish darajasi pasayadi, yirik mineral zarrachalarning flotatsiyalanishi yomonlashadi, boyitmaning 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 reagentlar (ayniqsa, yog' kislotalari va sovunlar)ning 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.

Flotatsiyada reagentlar tarkibi ishlatilayotgan reagentlarning turi, ularning sarfi, jarayonga berilish tartibi reagentlarning bo'tana bilan ta'sirlashuv vaqti bilan belgilanadi. Reagent tarkibi berilgan rudaning flotatsion qobiliyatini, mineral zarrachalarning yirikligi, suvning tarkibi va h.k.larni o'rganish borasida olib borilgan tajribalar asosida tanlanadi.

Odatda, reagentlar quyidagi ketma-ketlikda qoʻshiladi: muhitning regulatorlari, soʻndiruvchilar, faollashtiruvchilar, toʻplovchi va koʻpik hosil qiluvchilar.

Muhit regulatorlari tegirmonga yoki chanlarga beriladi. Toʻplovchilar esa kontakt chanlar yoki toʻgʻridan toʻgʻri flotomashinalarga beriladi. Toʻplovchi, odatda, biratoʻla emas, balki ozozdan qoʻshiladi. Koʻpik hosil qiluvchilar flotatsion kameraga beriladi.

Suvning tarkibi ham flotatsiya jarayoniga taʼsir qiladi, chunki suv oʻzining tarkibida har xil ionlar, erigan gazlar va boshqa qoʻshimchalarni saqlaydiki, ular muhitning pH ini oʻzgartirib, koʻpik hosil boʻlishini yomonlashtiradi va reagentlar sarfini oshiradi. Boʻtanadagi ionlar kerak boʻlmagan holda minerallarga aktivligini oshiruvchi yoki soʻndiruvchi sifatida taʼsir qilishi mumkin.

Flotatsiya vaqti flotatsiyalanuvchi komponentning boyitmaga ajralish darajasi va boyitmaning sifatini belgilaydi. Olib borilgan tajribalar shuni koʻrsatadiki, flotatsiya vaqtining maʼlum bir chegarasi (optimum) boʻlib, 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 boʻladi.

Boʻtananing aeratsiyalanish darajasi flotatsiya vaqti va boyitishning texnologik koʻrsatkichlariga taʼsir qiladi. Boʻtananing aeratsiyalanish darajasi ortishi bilan flotatsiya vaqti kamayadi. Biroq, boʻtanani havo bilan haddan tashqari toʻyintirish ularning qoʻshilishini koʻpaytiradi. Nisbatan yirik pufakchalar katta tezlikda qalqib chiqib, ulardan mineral zarrachalarning ajralish ehtimolligini oshiradi. Boʻtanada mineral zarrachalarni koʻtarish uchun nisbatan yirik pufakchalar ($d = 1 \text{ mm}$) va mineral zarracha yuzasini faollashtiruvchi mayda pufakchalar ham boʻlishi kerak.

Flotatsiyaning samarali ketishiga flotatsion mashinaning ishlash sharoiti ham taʼsir qiladi. Mashinaga tushayotgan boʻtananing hajmi va undagi qattiq zarrachalarning massa ulushi (zichligi) doimiy boʻlishi kerak.

Flotatsion mashinani haddan tashqari yuklash metallning boyitmaga ajralishini kamaytiradi, chunki flotatsiya vaqti kamayadi. Mashinaga yetarli miqdorda mahsulot solinmasa, buning aksicha, flotatsiya vaqti ortadi va ko'pikli mahsulotga puch tog' jinslari o'tib ketib, boyitma sifati yomonlashadi.

FLOTATSIYA SXEMALARI

Foydali qazilmalarni **flotatsiyalash jarayonida** turli-tuman texnologik sxemalar qo'llaniladi. Flotatsion sxemani tanlash boyitilayotgan mahsulotning flotatsion xossasiga, boyitmaning sifati-ga 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 operatsiyalaridan tashkil topadi: *asosiy flotatsiya, tozalash flotatsiyasi va nazorat flotatsiyasi*.

Asosiy flotatsiya — flotatsion boyitishning birinchi operatsiyasi hisoblanib, qimmatbaho komponentni puch tog' jinslaridan ajratish maqsadida o'tkaziladi. Natijada xomaki boyitma va chiqindi olinadi.

Tozalash flotatsiyasi — o'zidan oldingi operatsiyalarda olingan xomaki boyitmaning sifatini yaxshilash maqsadida o'tkaziladigan flotatsiya operatsiyasi.

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 operatsiyasini o'z ichiga olgan texnologik sxemaning bir qismiga aytiladi.

Foydali mineralning xossasi va undagi mineral zarrachalarining o'lchamiga qarab bir yoki ko'p bosqichli flotatsion sxemalar ishlatiladi.

Flotatsiya sikli deb, qaytadan flotatsiyalanmaydigan bir yoki bir nechta tayyor mahsulotlar olinadigan flotatsiya operatsiyalarining guruhiga aytiladi.

Qimmatbaho komponentlarning ajralish ketma-ketligiga qarab, polimetall rudalarni boyitishda kollektiv, selektiv va kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalari mavjud bo‘ladi.

Agar oxirgi boyitmaga birato‘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, fluoritli, baritli, spodumenli rudalar boyitiladi. Bu rudalarni boyitish sxemalarida tozalash va nazorat flotatsiyalarining soni turlicha bo‘ladi.

III bob

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 holda chiqib, bu mahsulotlar bir-biridan faqat magnit xossasi bilangina emas, balki o'zining moddiy tarkibi bilan ham farq qiladi.

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 qarab ajratish sodir bo'ladigan mashinalar *magnit separatorlari* deb ataladi.

Separatorning *ishchi zonasi* deb ataluvchi zonasida magnitli ajratish olib borish uchun kuchlanganligi har xil nuqталarda turlicha 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 ularda tez harakatlanuvchi ichki molekular elektr zaryadlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Magnit maydoni kuch chiziqlari holida ifodalanib, ularning umumiy soni *magnit oqimi* Φ deb ataladi. Magnit oqimining o‘lchov birligi SI sistemasida veber (Wb).

Magnit maydonining asosiy xarakteristikasi — *magnit induksiya* B hisoblanib, u son jihatdan 1 sm^2 yuzani kesib o‘tuvchi kuch chiziqlari soniga teng. Magnit induksiya sonining o‘lchov birligi tesla (T).

Magnit maydonidagi magnitlangan jismning xarakteristikasi sifatida *magnit momenti* ishlatiladi, u son jihatdan 1 T induksiya-li magnit maydonida jism tomonidan his qilinadigan (seziladigan) mexanik momentga teng.

Magnitlanganlik magnit maydonining yana bir muhim xossasi, o‘lchov birligi A/m.

Magnit maydoni *kuchlanganlik* bilan xarakterlanadi. Musbat magnit massasi birligiga berilgan nuqtada ta’sir qiluvchi kuch *magnit maydonining kuchlanganligi* deyiladi.

Magnitlanish intensivligining magnit maydoni kuchlanganligiga nisbati jismning *hajmiy magnitlanishga moyilligi* deyiladi.

Hajmiy magnitlanishga moyillikning massa birligiga nisbati *solishtirma magnitlanishga moyillik* deyiladi.

Solishtirma magnitlanishga moyillik minerallarning magnit xossalari xarakterlaydi. U minerallarning tashqi maydon ta’sirida o‘zining magnit momentini o‘zgartira olish qobiliyatini ko‘rsatadi.

Bir jinsli bo‘lmagan magnit maydoni maydon gardishining, ya’ni fazoda kuchlanganlik tezligining o‘zgarishi bilan xarakterlanadi.

Maydon gradiyentining 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.

MINERALLARNING MAGNIT XOSSALARI VA ULARNING TASNIFI

Hamma jismlar o'zining magnit xossalari qara**d** *diamagnit*, *paramagnit* va *ferromagnit* minerallarga bo'linadi.

Diamagnit minerallar manfiy magnitlanishga moyillikka ega va bir jinsli bo'lmagan magnit maydonidan itariladi (mis, alumi-niy, vismut, surma).

Paramagnit minerallar odatdagi sharoitda musbat magnitlanishga moyillikka ega va kuchli tashqi magnit maydoni ta'sirida ular magnitlanadi va magnit maydoniga tortiladi.

Ferromagnit minerallarning 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. Kuchli magnitli minerallar, ular $>300 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{kg}$ magnitlanishga moyillikka ega. Bu minerallarga magnetit, maggemit, pirrotin va boshqalar kiradi. Ular ferromagnit minerallar hisoblanib, ularni ajratish uchun magnit maydonining kuchlanganligi kichik (70—120 kA/m) separatorlar ishlatiladi.

2. Kuchsiz magnitli minerallarning magnitlanishga moyilligi $10 \cdot 10^{-3}$ — $600 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{kg}$ orasida. Minerallarning bu guruhi paramagnit minerallarga mansub bo'lib, ularga hamma marganetsli minerallar, temir oksidlari, titan, volfram va boshqa minerallar kiradi. Bu minerallarning magnit fraksiyasiga ajratish uchun ishlatiladigan separatorlar magnit maydonining kuchlanganligi 480—1600 kA/m atrofida bo'lishi kerak.

3. Nomagnit minerallar, ularga $<10 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{kg}$ paramagnit minerallar va hamma diamagnit minerallar kiradi. Minerallarning bu guruhi magnitli fraksiyaga, hatto kuchli maydonli separatorlarda ham ajralmaydi.

MAGNIT SEPARATORLARINING TASNIFI

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.

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 jinsliligi 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, ularda mahsulot bo'tana shaklida pastdan bosim ostida beriladi, magnit

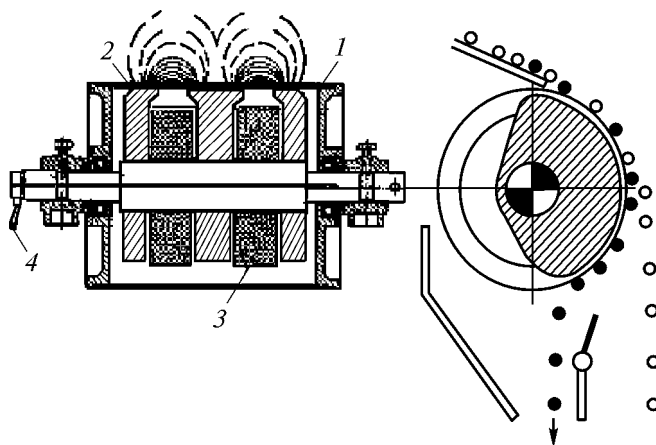
va nomagnit minerallar bir-biriga qarama-qarshi yoʻnalishda harakatlanadi, yoʻnalishlar orasidagi burchak $>90^\circ$.

Magnitli mahsulotni chiqarib oluvchi moslamaning tuzilishiga qarab barabanli, valokli, disk (gardish)li va rolikli separatorlar mavjud. Separatorlar ikki turda tayyorlanadi: elektr magnitli (Θ) va doimiy magnitli (Π). Quyidagi turlarda ishlab chiqariladi: hoʻl separatsiyalash uchun barabanli (БМ), quruq separatsiyalash uchun barabanli (БС); hoʻl separatsiyalash uchun valokli (ВМ); quruq separatsiyalash uchun valokli (ВС); quruq separatsiyalash uchun diskli (ДС) va h.k.

Yordamchi asbob-uskuna sifatida boyitish fabrikalarida rudani magnitlash va magnitsizlantirish uchun apparatlar va magnitli gidroseparatorlar ishlatiladi.

KUCHLI MAGNITLI RUDALARNI BOYITUVCHI SEPARATORLAR

Oʻlchami 70 dan 150 mm gacha boʻlgan magnitli rudalarni quruq boyitish uchun elektr magnit sistemali barabanli separatorlar, 40 mm gacha oʻlchamdagi rudalarni boyitish uchun esa doimiy magnitli barabanli separatorlarni ishlatish mumkin (20-rasm).



20-rasm. Bir barabanli separatorning sxemasi:
1 — aylanuvchi baraban; 2 — magnitning qoʻzgʻalmas qutblari;
3 — elektromagnit gʻaltaklari; 4 — tok berish.

Magnit sistema o'qqa qo'zg'almas qilib o'rnatilgan. Magnit qutblari baraban o'qi bo'ylab almashadi. Sistema atrofida shu o'qning o'zida nomagnit materialdan tayyorlangan baraban aylanadi. Baraban yuzasi uni siyqalanishdan asrash uchun rezina bilan qoplangan.

Dastlabki ruda vibratsion 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 shiber mahsulot oqimini aniqroq ajratishga yordam beradi.

Barabanning diametri 600—900 mm, uzunligi 1000—2000 mm, magnit maydonining kuchlanganligi baraban yuzasida 1400—1500 Oe. Baraban yuzasining aylanma tezligi 1—3 m/s. 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 operatsiyalarini o'tkazib, uchta mahsulot — boyitma, oraliq mahsulot va chiqindilarni olish mumkin.

Agar magnit qutblari baraban uzunligi bo'yicha galma-gal almasha, separatorda magnit aralashuvi bo'lmaydi. Magnit tortishi-shi 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.

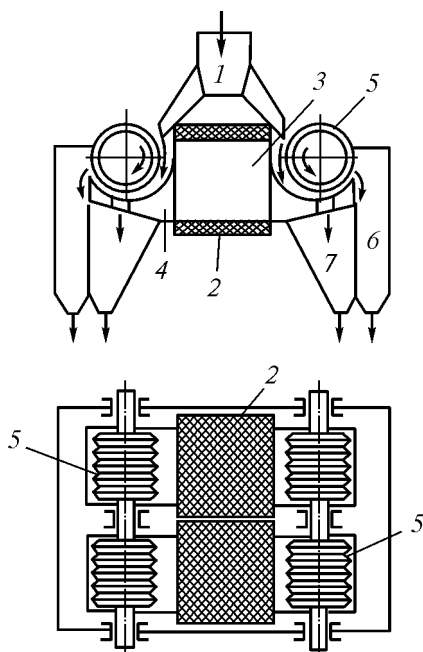
Magnit sistemasi qutblar sonini aylana bo'ylab va barabanning aylanish tezligini oshirib, yuqori chastotali magnit maydoni hosil qilishga va jadalroq magnit aralashuviga erishish mumkin.

Bu separatorlarda barabanning aylanish tezligi 300 ayl/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 maydoni-ning kuchlanganligi yuqori bo'lgan separatorlar ishlatiladi.

21-rasmda o'lchami 3(6) mm yiriklikdagi kuchsiz magnitli rudalarni quruq va ho'l usulda boyituvchi **valokli separator** keltirilgan. Magnit sistemasi o'zaklar va ulardagi g'altak o'ramlari, qutb uchliklari va valoklardan iborat. Valoklarning turtib chiqqan joylari bo'lib, ularning qarshisidagi qutb uchliklarida maydonning bir jinsligini kuchaytiruvchi o'yiqlarga ega. Sepiluvchi quruq mahsulot yoki bo'tana yuklovchi voronka orqali valok ostidagi uchliklarga beriladi. Nomagnit zarrachalar uchliklardagi teshiklar orqali qutining chiqindilar bo'limiga, magnitli minerallar esa, valoklar yordamida magnit kuchlari ta'siri zonasidan chiqib ketib, qutining magnitli mahsulotlar bo'limiga tushadi.



21-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 — valoklar; 6 — magnitli mahsulotni qabul qiluvchi idish; 7 — nomagnit mahsulotni qabul qiluvchi idish.

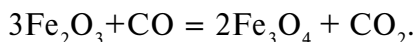
Separatorning xarakteristikasi: valokning o'lchamlari: $D \times L = 270 \times 1000$ mm, valokning aylanish tezligi 50—90 ayl/min, magnet maydonining kuchlanganligi 10000—12000 Oe, ishlab chiqarish unumdorligi < 3 mm li mahsulotda 4 t/soat gacha.

Bunday separatorlar marganetsli rudalarni ho'l usulda boyitish uchun kamyob metalli rudalardan ajratib olingan boyitmalarni qayta tozalash uchun qo'llaniladi.

RUDANI MAGNITLOVCHI QIZDIRISH

Temirning kuchsiz magnitli minerallari — gematit, limonit, siderit tegishli sharoitda qizdirilganda magnetit va maggemit kabi kuchli magnitli minerallarga aylanadi. Gematit va limonitni magnitli shaklga o'tkazish uchun qaytaruvchi qizdirish qo'llaniladi. Qaytaruvchi sifatida ko'mir, tabiiy gazlar yoki uglerod va vodorod oksidlarini saqlovchi metallurgiya pechlarining gazlari ishlatiladi.

Gematitning qaytarilishi quyidagi reaksiya orqali boradi:



Ruda 6—25 mm gacha maydalanadi va katta uzunlikdagi aylanuvchi naychasimon yoki qaynar qatlamli pechlarda qizdiriladi. Qizdirib, keyin sovutilgan ruda yanchiladi va kuchsiz magnet maydonli magnet separatorlarida boyitiladi.

Qaytaruvchi qizdirish qimmatga tushadigan jarayon hisoblanadi. Shuning uchun u qo'ng'ir temirli yoki kvarsitli rudalarni gravitatsiya, flotatsiya, magnet usulini qo'llab boyitish mumkin bo'lmagan hollarda ishlatiladi.

IV bob

ELEKTR USULIDA BOYITISH

Foydali qazilmalarni *elektr separatsiyasi* uchun minerallarning elektr xossalariidagi 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.

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'qnashtirib, elektr maydonida induksiyalab, qizdirib, ishqalab elektrlashtirib, mineral zarracha yuzasida ionlarni adsorbsiyalab zaryadlash mumkin va h.k. Ularning orasida amaliy ahamiyatga egasi: zaryadlangan yuza bilan ta'sirlashuvdir. Tojli elektrsizlantirish qarama-qarshi elektrodga yo'nalgan ionlar oqimini hosil qiladi va mineral zarrachalar ularning yuzasida ionlar adsorbsiyalangani 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 separatorida zarrachaning harakatini o'zgarti-

rish mumkin. Mineral zarrachalarga flotatsiyadan va elektr separatsiyadan oldin reagentlar bilan ishlov berish umumiy nazariy asosga ega. Hidrofil 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.

ELEKTR MAYDONI VA UNING XOSSALARI

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.

Elektr maydonining kuchlanganligi maxsus birlikka ega emas. SI sistemasida kuchlanganlik Nyuton/kulon (N/C) yoki volt/metr (V/m)da o'lchanadi. Shuningdek, volt/santimetr (V/sm) yoki kilovolt/sm (kV/sm) birliklar ham keng ishlatiladi.

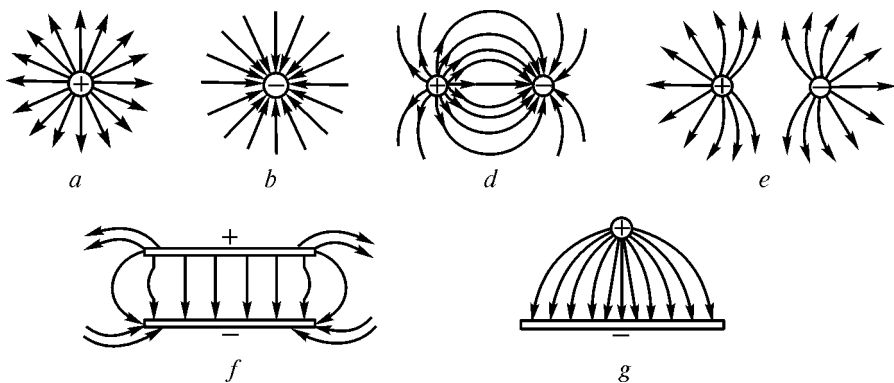
Elektr maydonining ko'rinishi (konfiguratsiyasi) har xil bo'ladi. (22-rasm). Elektr maydoni bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan maydonlarga bo'linadi.

Maydonning bir jinsli emasligi kuchlanganlik gradiyentining o'zgarishi bilan ifodalanadi.

$$\text{grad}E = \frac{dE}{dx},$$

bu yerda: E — elektr maydonining kuchlanganlik gradiyenti;

dE — kattaligi dx ga teng bo'lakda x yo'nalishda maydonning o'zgarishi.



22-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.

Maydonning kuchlanganlik gradiyenti birligi SI sistemasida V/m^2 . Elektr separatsiya uchun elektrodlardagi kuchlanish $U = 20\text{--}70\text{ kV}$ bo‘lgandagi elektr maydonining kuchlanganligi $6 \cdot 10^5\text{ V/m}$ atrofida bo‘lgan maydon qo‘llanadi.

Elektr maydonida zarrachaning qabul qiladigan zaryadi tok kuchining uni o‘tish vaqtiga ko‘paytmasiga teng:

$$Q = I \cdot t,$$

bu yerda: Q — berilgan t vaqt oralig‘ida I tok kuchida zarrachaning ko‘ndalang kesimidan o‘tadigan elektr zaryadi. Elektr zaryadining o‘lchov birligi SI sistemasida kulon (C).

Zarrachaning zaryadi yuzaviy va hajmiy zichlik bilan xarakterlanadi.

Yuzaviy zichlik deb, zarracha yuzasida joylashgan zaryadning shu yuza maydoniga bo‘lgan nisbatiga aytiladi:

$$\delta = d\Theta/dS,$$

bu yerda: $d\Theta$ — elementar dS maydondagi zaryad.

Zaryadning **hajmiy zichligi** deb, fazoviy elementda joylashgan zaryadning shu elementning hajmiga nisbatiga aytiladi:

$$\rho = \frac{dQ}{dV},$$

bu yerda: dQ — elementining dV hajmdagi zaryadi.

Elektr zaryadlari ta'sirlashuvchi muhit dielektrik o'tkazuvchanligi bilan xarakterlanadi va u berilgan muhitda zaryadlarning ta'sirlashuv kuchi vakuumdagiga nisbatan qancha kamligini ko'rsatadi:

$$\varepsilon = \frac{F_0}{F},$$

bu yerda: F_0 — zaryadlarning vakuumdagi ta'sirlashuv kuchi;
 F — zaryadlarning berilgan muhitdagi ta'sirlashuv kuchi.

Muhitning dielektr o'tkazuvchanligi o'lchovsiz birlik.

Dielektrikning *absolut dielektr o'tkazuvchanligi* ε_a dielektr o'tkazuvchanligining elektr doimiyligi ε_0 ga ko'paytmasiga teng:

$$\varepsilon_a = \varepsilon \cdot \varepsilon_0,$$

bu yerda: ε_0 — tajriba yo'li bilan aniqlanuvchi elektr doimiylilik (SI sistemasida $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m).

Absolut dielektr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi farada/metr (F/m).

O'tkazgichlarning muhim xususiyati ularning elektr o'tkazuvchanligi, ya'ni elektr tokini o'tkazish xususiyatidir. Elektr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi qilib simens (Sm) ishlatiladi. Simens — o'tkazgich uchlaridagi kuchlanganlik 1 V bo'lganda 1 A tok o'tkazadigan o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi.

Elektr o'tkazuvchanlikka teskari kattalik *qarshilik* deyiladi va Om larda o'lchanadi.

Ko'pincha moddaning solishtirma elektr o'tkazuvchanlik va solishtirma qarshilik kattaliklaridan foydalaniladi. Moddaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi — tok zichligining elektr maydoni kuchlanganligiga nisbati. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligining SI sistemasidagi o'lchov birligi simens/metr (Sm/m). Moddaning *solishtirma qarshiligi* deb, solishtirma elektr o'tkazuvchanlikka teskari kattalikka aytiladi. Uning o'lchov birligi Om-metr ($\Omega \cdot m$).

Elektr maydonida zaryadlangan zarrachaga ta'sir qiluvchi 4 xil kuch ma'lum: kulon, ko'zguksi aks ta'sir, triboadgeziya va ponderomotor.

Kulon kuchi deb, zarracha zaryadi va shu zarracha joylashgan joydagi elektr maydoni kuchlanganligining o'zaro ta'sirlashuv kuchiga aytiladi. U ushbu ikki kuchning ko'paytmasiga teng;

$$F_k = Q \cdot E,$$

bu yerda: F_k — o‘zaro ta’sirlashuvning kulon kuchi, N;
 E — elektr maydonining kuchlanganligi. V/m;
 Q — zarrachaning zaryadi, C.

Zaryadlangan zarralar yerga ulangan yuza bilan to‘qnashganda, zarracha zaryadi yerga ulangan yuzada o‘ziga teng, lekin qarama-qarshi ishorali induktiv zaryad chiqaradi.

Zarracha yerga ulangan yuza bilan ta’sirlashgandan keyingi bir necha muddat ichida erishgan zaryad *qoldiq zaryad* deyiladi. Qoldiq zaryad hisobiga zarracha yerga ulangan yuzaga ko‘zguli elektr aks ta’sir kuchi bilan tortiladi.

Elektr zaryadlari ta’sirlashuvining uchinchi turi triboedgeziya effekti bilan bog‘liq. Elektr usulida mayda zarrachali mahsulotni boyitishda mayin (<30 mkm) zarrachalarning bir-biri bilan (adgeziya), shuningdek, bu zarrachalarning yirikroq va turli xil yerga ulangan yuzaga yopishishi kuzatiladi.

Ponderomotor kuchi faqat bir jinsli bo‘lmagan elektr maydonida kuzatiladi va uning kattaligi muhitning xossalariga bog‘liq bo‘ladi. Havoda u juda kichik, lekin yuqori dielektr o‘tkazuvchanlikka ega suyuqlikda ponderomotor kuchi katta qiymatga erishadi.

RUDA VA MINERALLARNING ELEKTR XOSSALARI

Elektr separatsiyada, asosan, mineral zarrachalarning elektr o‘tkazuvchanligi, dielektrik o‘tkazuvchanligi, ishqalash orqali elektrlash va adgeziya xossalaridagi farq ishlatiladi.

Elektr o‘tkazuvchanligiga qarab minerallar 3 guruhga bo‘linadi:

— solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi 10^2 – 10^3 S/m li o‘tkazgichlar;

— solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi 10 – 10^{-8} S/m li yarim o‘tkazgichlar;

— solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi $<10^{-8}$ S/m li dielektriklar.

Bu guruhlardagi minerallarning har biri solishtirma qarshilikning ma’lum qiymati bilan xarakterlanadi. O‘tkazgichlarga so-

lishtirma qarshiligi $<10^9 \Omega \cdot m$, dielektriklarga $>10^{12} \Omega \cdot m$ minerallar kiradi.

Elektr maydonida o'tkazgichlar va dielektriklar o'zlarini turlicha tutadi. 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 manbayining 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.

Ionlanishning 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 o‘rnashgan ionlar qancha ko‘p bo‘lsa, zarracha shuncha ko‘p zaryad oladi.

Ishqalanish va zaryadlangan yuza bilan ta’sirlashish orqali elektrlashtirish.

Ma’lum sharoitda bir-biriga ishqalanish natijasida barcha fizik jismlar o‘lchami va ishqalanish zaryadining ishorasi turlicha bo‘lib elektrlanadi. Bitta jismning o‘zi boshqa, unga ishqalanuvchi jismning fizik xossalari qarama-qarshi bo‘lib o‘lchami va ishorasi turlicha zaryad olishi mumkin. Masalan, metallar shishaga ishqalanganda manfiy, kauchukka ishqalanganda esa musbat elektrlanadi. Har xil turdagi jismlar bir-biriga ishqalanganda ular o‘lchami bir xil, ishorasi har xil elektr zaryadlari bilan zaryadlanadi.

Mineral zarrachalarning ishqalanish orqali elektrlanishi ularning elektrostatik maydonda o‘zini turlicha tutishi bilan tushuntiriladi.

Tajriba natijasida elektrostatik maydonda bir xil mineral zarrachalarning hamma vaqt musbat zaryadlangan, boshqalarning esa manfiy zaryadlangan elektrod tomonga og'ishini, mineralarning bir qismini esa elektrodlar qutblanishini sezmasligi aniqlangan. Bu birinchi va ikkinchi turdagi minerallarning ular og'adigan elektrodning ishorasiga teskari triboelektr zaryadi ishorasiga, og'ishmaydigan zarrachalar esa juda kichik ishqalanish zaryadiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Mineral zarrachalarni, shuningdek, zaryadlangan elektrod bilan to'qnashtirib ham elektrlashtirish mumkin. Turli xil elektr o'tkazuvchanlikka ega zarrachalar zaryadlangan elektrod bilan to'qnashganda ular turli kattalikdagi zaryadlarni oladi. Nisbatan yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega minerallar birozdan so'ng elektrod bilan bir xil ishorali zaryad oladi, dielektrik zarrachalar esa elektrodga tortilgancha qoladi. Zaryadlangan yuzada elektr o'tkazuvchi va dielektrik minerallarning o'zini turlicha tutishi ularni elektr maydonida ajratishda keng ishlatiladi.

Mineral zarrachalarni zaryadlashning boshqa usullari elektr usulida boyitish amaliyotida ko'p tarqalmagan.

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.

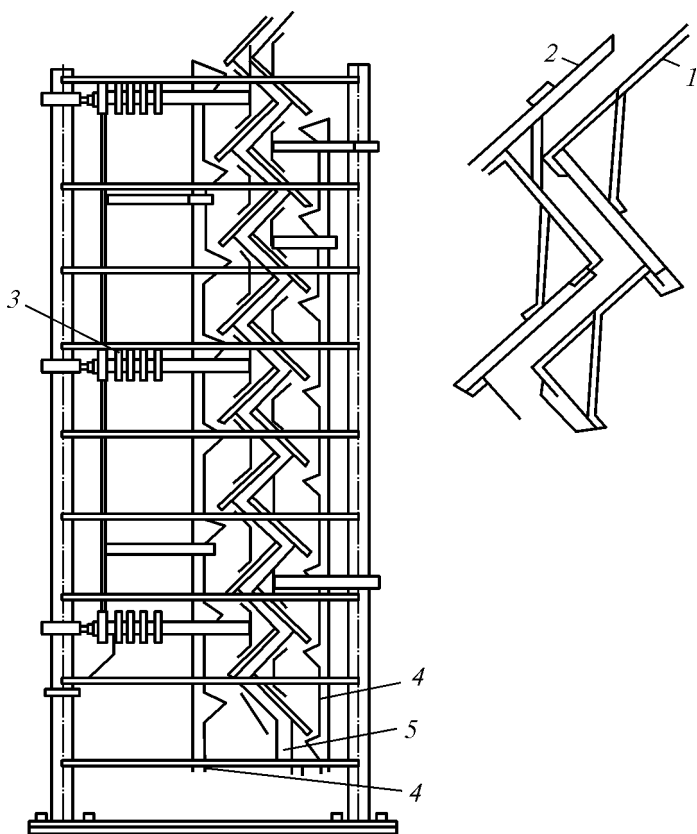
Elektr separatsiyasi usullarining bunday tasnifiga asosan elektr separatorlarini quyidagi asosiy guruhlarga bo'lish mumkin.

elektrostatik (barabanli, kamerali, pog'onali, plastinkasimon);

tojli va tojli-elektrostatik (barabanli, kamerali);

triboadgezion;

dielektrik.



23-rasm. Plastinkasimon elektrostatik separator:
 1 — ostki elektrodlar; 2 — ustki elektrodlar; 3 — izolatorlar;
 4–5 — qabul qilgichlar.

Har qanday elektr separatorining tuzilishi zarrachani zaryadlovchi moslama va mineral zarrachaning ajralishi sodir boʻluvchi separatsiya zonasi bilan aniqlanadi.

Zaryadlovchi moslama va separatsiya zonasi alohida va birlashgan holda tayyorlanishi mumkin. Elektr separatorlarining ajralmas qismi — yuqori kuchlanish manbai.

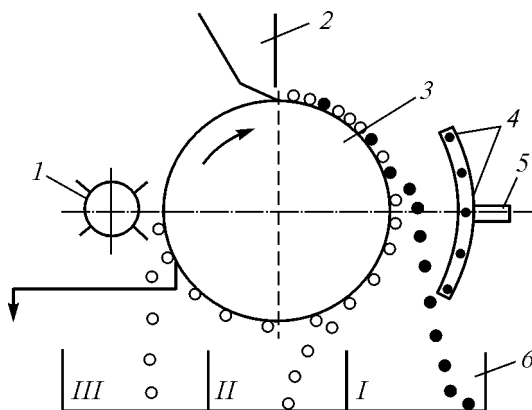
Mineral zarrachalarni elektr oʻtkazuvchanlikka qarab boyitish uchun oʻn oltita parallel plastinkasimon elektrodlardan tuzilgan plastinkasimon pogʻonali separator ishlatiladi (23-rasm). Pastki elektrodlar 1 bir tekis, yuqorilari 2-jaluzsimon. Plastinkasimon elektrodning bir qatori yerga ulangan, izolatorlar 3 ga ulangan boshqa qatordagi elektrodarga yuqori kuchlanganlik beriladi.

Dastlabki mahsulot elektrodlar orasida yuqoridan pastga harakatlanib, o‘n oltita elektr maydoni ta‘siriga uchraydi. Tok o‘tkazuvchi zarrachalar tekis elektrodan uziladi va teskari elektrodning jaluzlari 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.

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. 24-rasmda barabanli tojli elektr separatorning chizmasi keltirilgan. Qutichada podshipniklarda metall barabancho‘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.

Aylanuvchi baraban orqali material bunkerdan elektrodlar orasidagi maydonga beriladi. Baraban yuzasida mineral zarrachalar



24-rasm. Barabanli tojli elektr separatorning chizmasi:

- 1 — cho‘tka; 2 — yuklovchi varonka; 3 — cho‘ktiruvchi elektrod;
4 — tojlantiruvchi elektrod; 5 — quti; 6 — qabul qiluvchi bunker.

ionlar oqimidan zaryad oladi. 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 mahsulotlardan 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, sluda, olmos va h.k. larni boyitishda qo'llanadi.

ELEKTR SEPARATSIYAGA TA'SIR ETUVCHI 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.

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 trayektoriyasi 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 qochma 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 minerallarning tushib qolishi uning elektr o'tkazuvchanligini shunchalik oshirib yuboradiki, natijada u o'tkazuvchi fraksiyaga tushadi.

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 operatsiyalarini 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, mineralarning 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 qochma kuch orqali namoyon bo'ladi.

Markazdan qochma 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 zarrachalarning 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 taraflama 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'i 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 operatsiya hisoblanadi.

Elektr separatsiyada mahsulotning yuza namligi asosiy rol o'ynaydi. Mahsulot yuzasidagi namlikni yo'qotish harorati 150—200 °C. Bunday haroratda quritilgan mahsulot 0,5—1 % namlikka ega bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Андреев С.Е., Зверевич В.В., Перов В.А.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М., «Недра», 1983.
2. **Арашкевич В.М.** Основы обогащения руд. М., «Недра», 1989.
3. **Егоров В.Л.** Основы обогащения руд. М., «Недра», 1980
4. **Карамзин В.И., Карамзин В.В.** Магнитные методы обогащения. М., «Недра», 1984.
5. **Кизевальтер Б.В.** Теоретические основы гравитационных процессов обогащения. М., «Недра», 1991.
6. **Олофинский Н.Ф.** Электрические методы обогащения. М., «Недра», 1987.
7. **Полькин С.И., Адамов Э.В.** Обогащения руд цветных металлов. М., «Недра», 1992.
8. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых. **Карамзин В.И., Серго Е.Е., Жендринский А.П.** и др. М., «Недра», 1984.
9. Технико-экономическая оценка добычи и использования руд/ **Бенуни А.Х., Казаков Е.М., Киселев Г.Д., Шурыгин А.И.** М., «Недра», 1988.
10. **Разумов К.А., Перов В.А.** Проектирование обогатительных фабрик. М., «Недра», 1982.
11. **Черяк А.С.** Химическое обогащение руд. М., «Недра», 1986.
12. **Зверевич В.В., Перов В.А.** Основы обогащения полезных ископаемых. М., «Недра», 1983.
13. **I.K. Umarova.** Foydali qazilmalarni qayta ishlash va boyitish. Ma'ruzalar matni, ToshDTU, 2000.
14. **I.K. Umarova.** Rudalarni boyitish. Ma'ruzalar matni. ToshDTU, 2000.

MUNDARIJA

So‘zboshi	3
Foydali qazilmalarning tasnifi	4
I bob. GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH	7
Umumiy ma’lumotlar	7
Cho‘ktirish	7
Cho‘ktirish mashinalari	10
Cho‘ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ishlash tartibi	13
Konsentratsion stolda boyitish	16
Konsentratsion stollarning asosiy parametrlari va ishlash tartibi	19
Shluzlarda boyitish	22
Shluzlarning texnologik parametrlari va ishlash tartibi	24
Vintli separatorlarda boyitish	25
Purkovchi va konusli separatorlarda boyitish	28
Og‘ir muhitlarda boyitish	31
II bob. FLOTATSIYA JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI	39
Flotatsion reagentlar va ularning tasnifi	48
To‘plovchilar	49
Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar	53
So‘ndiruvchilar	55
Faollashtiruvchilar	58
Muhitning regulatorlari	59
Flotatsion mashinalar	60
Pnevmatik flotatsion mashinalar	63
Pnevmomexanik flotatsion mashinalar	65
Flotatsiya jarayoniga ta’sir qiluvchi omillar	67
Flotatsiya sxemalari	70
III bob. MAGNIT USULIDA BOYITISH	72
Magnit maydoni va uning xossalari	72

Minerallarning magnit xossalari va ularning tasnifi	74
Magnit separatorlarining tasnifi	75
Kuchli magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar	76
Kuchsiz magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar	78
Rudani magnitlovchi qizdirish	79
IV bob. ELEKTR USULIDA BOYITISH	80
Elektr maydoni va uning xossalari	81
Ruda va minerallarning elektr xossalari	84
Mineral zarrachalarni zaryadlash usullari	85
Elektr separatorlarining tuzilishi	87
Elektr separatsiyaga ta'sir etuvchi omillar	90
Foydalanilgan adabiyotlar	93

Umarova Inoyat Karimovna

RUDALARNI BOYITISH

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

«Turon-Iqbol» nashriyoti — 2007

Muharrir *O'. Husanov*

Musavvir *J. Gurova*

Texnik muharrir *T. Smirnova*

Musahhah *G. Ahmedova*

Kompyuterda sahifalovchi *Ye. Gilmutdinova*

Bosishga 01.08.07 da ruxsat etildi. Bichimi $60 \times 90^{1/16}$.

«Tayms» garniturasida ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 6,0.

Nashr t. 6,91. Jami 1000 nusxa. 226-raqamli buyurtma.

Original-maket «ARNAPRINT» MCHJda tayyorlandi.

Toshkent, H.Boyqaro ko'chasi, 41.

«Toshkent Tezkor bosmaxonasi» MCHJda bosildi.

100200, Toshkent. Radial tor ko'chasi, 10-uy.