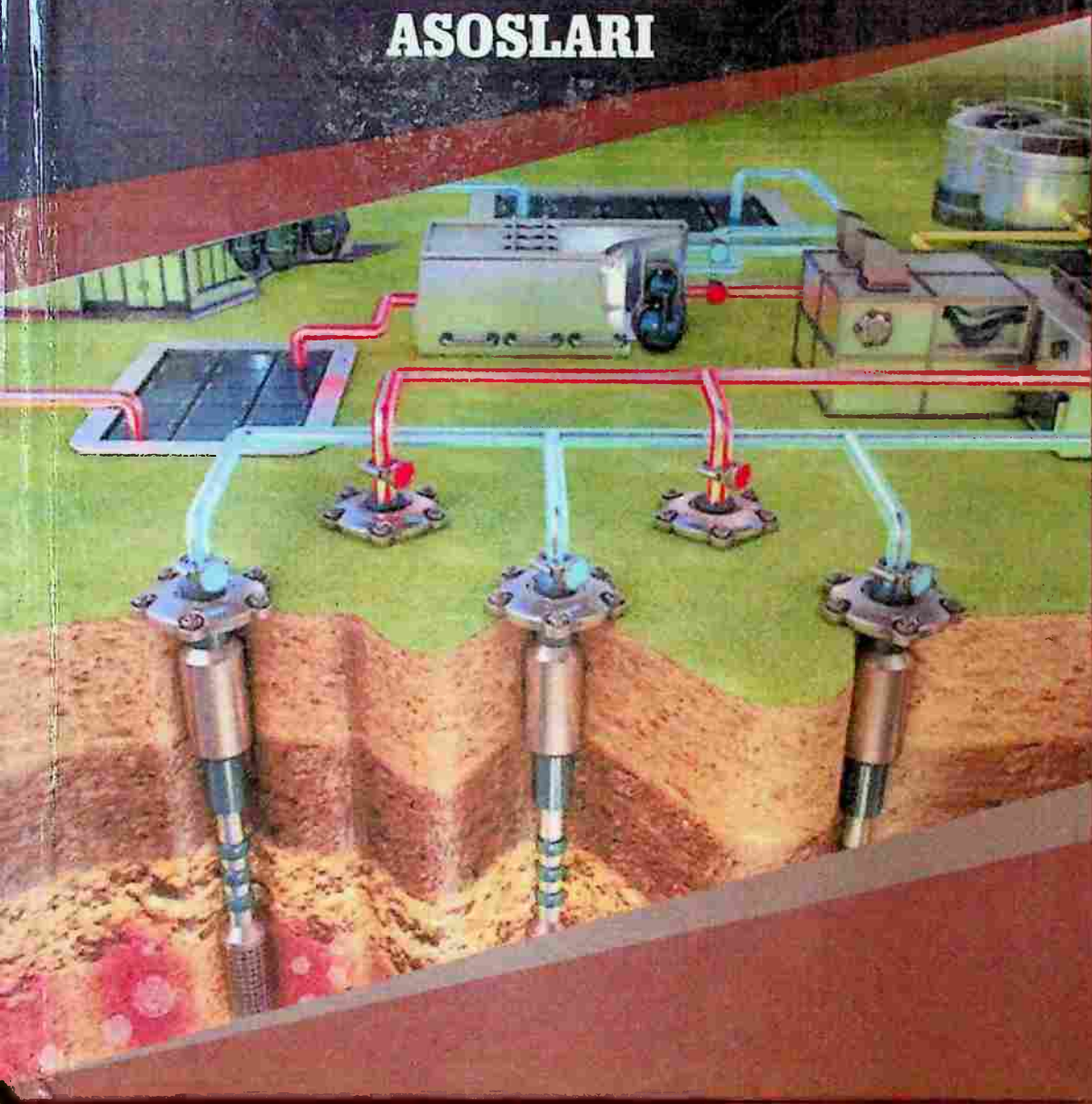


A.N.Shodiyev

**FOYDALI QAZILMALARNI
BOYITISH VA QAYTA ISHLASH
ASOSLARI**



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

A.N. Shodiyev

FOYDALI
QAZILMALARNI BOYITISH
VA QAYTA ISHLASH ASOSLARI

*O'zbekiston respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi oliy o'quv yurtlari talabalari uchun
darslik sifatida tavsiya etgan*

QARSHI
«INTELLEKT» NASHRIYOTI
2024

UDK: 669.3/8. 66.093

BBK: 466.025

A.N. Shodiyev.

Foydali qazilmalarni boyitish va qayta ishlash asoslari [Matn]:

Darslik / A.N. Shodiyev:

Qarshi. «Intellekt» nashriyoti, 2024, 500 bet.

Taqrizchilar:

B.R. Voxidov – texnika fanlari doktori, dotsent.

Z.Yo.Latipov – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent.

Ushbu darslikda rudalarini qayta ishlash: maydalash, g'alvirlash, yanchish va tasniflash kabi rudalarni boyitishga tayyorlash jarayonlarini, gravitatsiya, flotatsiya, magnit, elektr va boyitishning maxsus usullarida boyitishni hamda boyitish mahsulotlarini suvsizlantirish maqsadida qo'llaniladigan jarayonlarning nazariy asoslari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Ushbu jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning turlari, tuzilishi, ishlash usullari va qo'llanilish sohalari to'g'risida ham batafsil tushunchalar berilgan.

Darslik 5314400 – “Foydali qazilmalarni boyitish”, bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari hamda boyituvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

ISBN 978-9910-768-33-0

© A.N. Shodiyev, 2024

© «Intellekt» nashriyoti, 2024

KIRISH

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

Shu bilan bir qatorda qayta ishlanayotgan rudalarning tarkibidagi qimmatbaho komponentlarning miqdori to'xtovsiz pasaymoqda. Oxirgi 20 yil ichida rudalar tarkibidagi rangli metallarning miqdori 1,3–1,5 marta kamaydi, boyitishga kelayotgan umumiy massa bo'yicha murakkab tarkibli rudalarning miqdori 40% gacha ortdi.

Qayta ishlanadigan foydali qazilmalar tarkibining murakkablashishi, ekspluatatsiyaga yangi turdagi konlarni jalb qilish va xomashyodan kompleks foydalanish konchilik sohalarining barcha jabhalarini bitta umumiy texnologiyaga integratsiyalash zaruratini yuzaga keltiradi.

Foydali qazilmalarni birlamchi qayta ishlash texnika va texnologiya saviyasidan kelib chiqib, tabiiy resurslardan kompleks foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilish choralariga bog'liq.

Hozirgi vaqtda qazib olinayotgan rangli va nodir metall rudalarining 100 foizi, qora metallarning 90 foizi va energetik ko'mirning ko'p qismi, kimyoviy xomashyolarning barchasi va qurilish materiallari ishlab chiqariladigan xomashyolarning asosiy qismi boyitishga yo'naltiriladi.

O'zbekiston o'z taraqqiyot istiqbollari jihatidan qulay geografik strategik mavqeyiga ega bo'lib, tabiiy xomashyo resurslari bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Hozirgi kunda turli foydali qazilma konlari va ma'dan namoyon bo'lgan

istiqbolli makon va joylar aniqlanib, bu borada keng ko'lamda ilmiy tadqiqot izlanish ishlari jadallashib bormoqda.

Mazkur o'quv qo'llanmada hozirgi zamon fan va texnika yutuqlarini inobatga olgan holda, foydali qazilmalarni boyitishga tayyorlash jarayonlari: maydalash, g'alvirlash, yanchish va tasniflash jarayonlarining, foydali qazilmalardan qimmatbaho komponentlarni ajratish usullari: gravitatsiya, flotatsiya, magnit va elektr maydonlarida foydali qazilmalarni boyitish jarayonlarining va boyitishda yordamchi jaryonlarining nazariyalari keltirilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma Oliy o'quv yurtlarining "Konchilik ishi" hamda "Metallurgiya" yo'nalishlari bo'yicha ta'lim olayotgan bakalavrlar, shu sohada tahsil olayotgan magistr va yosh boyituvchi mutaxassislar uchun mo'ljlanlangan.

I BO'LIM

UMUMIY TUSHUNCHALAR

I BOB. FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISHNING SINFLANISHI, TURLARI, SXEMALARI

1.1-§. Boyitish haqida umumiy tushuncha

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

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

Foydali qazilmadan qimmatbaho mineralni ajratib olish uni tashkil qiluvchi minerallarning kimyoviy o'zgartirishlarga uchratish natijasida sodir bo'ladi: minerallardan metallar quyiladi, apatit super-fosfatga aylanadi va h.k. Foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining bunday qayta ishlanishi metallurgik, kimyo,

keramika, shisha, sement, lak – bo‘yoq va boshqa sanoat korxonalarida amalga oshiriladi.

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

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

Boyitishda foydali qazilma sifatining yaxshilanishiga puch tog‘ jinslarini ajratish va foydali minerallarni kamroq hajmda yig‘ish orqali erishiladi. Bunda qimmatbaho komponentning miqdori ortadi, chunki uning deyarli barcha miqdori boyitmada jamlanadi. Boyitishda ajratiluvchi minerallarning fizik va fizik-kimyoviy xossalariidagi farq ishlatiladi. 1-jadvalda minerallarning boyitishda ishlatiladigan xossalari va ularga muvofiq boyitish usullari keltirilgan.

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

Boyitishni bir marta boyitishda tugatib, darhol boyitma va chiqindi olish mumkin. Ko‘pincha shunday bo‘ladiki, bir marta boyitishdan so‘ng boyitma unchalik boy, chiqindi esa yetarli darajada kambag‘al bo‘lmay, ularni qaytadan boyitishga to‘g‘ri

keladi. Bu maqsadda boyitmani **tozalash** va chiqindini **nazorat boyitish** jarayonlari o'tkaziladi.

1-jadval.

Boyitish usullari va minerallarning xossalari

Boyitish usullari	Minerallarning xossalari
Gravitatsiya	Solishtirma og'irlik, zichlik
Flotatsiya	Mineral zarrachalar yuzasining fizik-kimyoviy xossalardagi farq
Magnit	Magnitlanish qobiliyati
Elektr	Elektr xossalari
Qo'lda saralash	Rangi, yaltiroqligi, shakli, zichligi

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

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

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

Yordamchi jarayonlarga boyitmani suvsizlantirish va chiqindilarni maxsus maydonga to'plash jarayonlari kirib, ularda boyitmaning namligi belgilangan chegaragacha kamaytiriladi, fabrika oqova suvlarini tabiiy suv havzalariga tashlashdan yoki fabrikada qayta ishlatishdan oldin tozalanadi.

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

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

Qimmatbaho komponent deb, shu qimmatbaho komponentni ajratib olish uchun foydali qazilma qazib olinayotgan element yoki tabiiy birikmaga aytiladi. Masalan mis, qo'rg'oshin, temir, asbest, misli, qo'rg'oshinli, temirli va asbestli rudalarning tegishli ravishda qimmatbaho komponentlari hisoblanadi [1].

Qo'shimchalar foydali va zararli bo'lishi mumkin.

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

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

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

Foydali qazilmalarni boyitishdan maqsad. Foydali qazilmaning va boyitish mahsulotlarining sifati ularda qimmatbaho komponentning miqdori qancha ko'p va zararli qo'shimchalarning miqdori qancha kam bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi. Mahsulotning sifati qancha yaxshi bo'lsa, u shuncha boy bo'ladi, chunki ko'p

miqdorda qimmatbaho komponent saqlaydi. Shuning uchun dastlabki rudaga nisbatan boyroq mahsulot – boyitma olish maqsadida foydali qazilmani qayta ishlash jarayonlari foydali qazilmalarni boyitish deyiladi.

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

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

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

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

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

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

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

Boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar **konditsiyalar** deyiladi va ularni berilgan foydali qazilmaning xususiyatlari va boyitish imkoniyatlarini hisobga olgan holda belgilanadi. Boyitish texnikasining zamonaviy holatida erishish mumkin bo'lmagan konditsiyalarni o'rnatish mumkin emas. Qimmatbaho komponent miqdorining quyi chegarasiga hamda zararli qo'shimchalar miqdorining yuqori chegarasiga, shuningdek boyitmaning yirikligi va namligiga ham konditsiyalar belgilanadi.

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

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

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

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

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:

1. Tug'ma (sof) elementlar, masalan, sof tug'ma mis:



1-rasm. Sof tug'ma mis, qizil rangda

2. Sulfidlar (metallarning oltingugurt bilan birikmasi)

Molibdenit - MoS_2 , Kovellin – CuS , Xalkozin – Cu_2S Xalkopirit – CuFeS_2 , Bornit -- Cu_5FeS_4 , Sfalerit - ZnS , Galenit – ZnS .



2-rasm. Molibdenit



3-rasm. Sfalerit va galenit

3. Oksidlar (metallar va ba'zi elementlarning kislorod bilan birikmalari) Molibdit - MoO_2 , Povellit - CaMoO_4 , Vulfenit - PbMoO_4 , Smitsonit - ZnCO_3 , Anglezit - PbSO_4 , Galenit - PbS .

4. Silikatlar (metallarning kremniy va kislorod bilan birikmalari)

Kvars - SiO_2 , Tridimit - SiO_2 , Kristobalit - SiO_2 , Xalsedon - SiO_2 , Opal - $\text{SiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

5. Alyumosilikatlar (aluminiy saqlovchi silikatlar)

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

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

Minerallarning bunday bo'linishi shartlidir, chunki bitta mineralning o'zi ayrim sharoitda qimmatbaho, boshqa sharoitda esa puch tog' jinsi bo'lishi mumkin. Masalan, kvars oltinli rudalarda puch tog' jinsi, keramika sanoati uchun esa qimmatbaho komponent hisoblanadi. Mahsulotni kompleks ravishda ishlatilishining

ortishi puch tog' jinslari minerallarining sonini kamayishiga olib keladi.

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

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

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

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

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

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

Nazorat uchun savollar:

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

1.2-§. Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari

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

Komponentning miqdori deb, mahsulotdagi komponent og'irligining mahsulot og'irligiga nisbatiga aytiladi. Boyitish natijasida erishiladigan boyitilish darajasi deb, boyitmadagi qimmatbaho komponent miqdorining uning dastlabki rudadagi miqdoriga nisbatiga aytiladi. Boyitilish darajasi boyitma dastlabki mahsulotga nisbatan qancha boyligini ko'rsatadi [2, 3].

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

Boyitish mahsulotlariga foydali komponentning ajralishi deb, mahsulotdagi komponent og'irligini shu komponentning dastlabki rudadagi og'irligiga nisbatiga aytiladi. Ajralishni foizlarda yoki birlik ulushlarida ifodalash qabul qilingan. Foydali kompo-

nentning boyitmaga ajralishi boyitishda shu komponentning qancha qismi dastlabki mahsulotdan boyitmaga o'tganini ko'rsatadi.

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

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

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

α , β va θ – tegishli ravishda dastlabki mahsulot, boyitma va chiqindidagi komponentning miqdori, %;

γ - mahsulotning chiqishi, % yoki birlik ulushida;

ε – ajralish, % yoki birlik ulushida.

Chiqishni aniqlaymiz:

boyitmaning chiqishi

$$\gamma_b = \frac{C}{Q} \cdot 100, \% \quad (1.1)$$

Chiqindining chiqishi

$$\gamma_{ch} = \frac{T}{Q} \cdot 100, \% \quad (1.2)$$

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

$$\gamma_b + \gamma_{ch} = \frac{C}{Q} \cdot 100 + \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{C+T}{Q} \cdot 100 = 100\% \quad (1.3)$$

Muvozanat tuzamiz:

mahsulot bo'yicha

$$Q = C + T \quad (1.4)$$

komponent bo'yicha

$$Q \cdot \frac{\alpha}{100} = C \frac{\beta}{100} + T \frac{\theta}{100} \quad (1.5)$$

$$Q \cdot \alpha = C\beta + T\theta \quad (1.6)$$

Mahsulot muvozanati tenglamasidan

$$T = Q - C$$

T va C larning qiymatini komponentning muvozanati tenglamasiga qo'ysak

$$Q \cdot \alpha = C\beta + (Q - C) \cdot \theta \quad (1.7)$$

va

$$Q \cdot \alpha - (Q - T)\beta + T\theta \quad (1.8)$$

bundan

$$\frac{C}{Q} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \quad (1.9)$$

va

$$\frac{T}{Q} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \quad (1.10)$$

U holda chiqishlarni hisoblash uchun hisoblash formulasini olamiz.

$$\gamma_b = \frac{C}{Q} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100, \% \quad (1.10)$$

$$\gamma_{ch} = \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot 100, \% \quad (1.11)$$

Komponentning ajralishini aniqlaymiz:

boyitmaga

$$\varepsilon_b = \frac{C \frac{\beta}{100}}{Q \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \% \quad (1.12)$$

chiqindiga

$$\varepsilon_{ch} = \frac{T \frac{\theta}{100}}{Q \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \% \quad (1.13)$$

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

$$\varepsilon_b + \varepsilon_{ch} = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 + \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{C\beta + T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = 100\% \quad (1.14)$$

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

$$\varepsilon_b = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_b \cdot \beta}{\alpha} \quad (1.15)$$

$$\varepsilon_{ch} = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot \frac{\theta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_{ch} \cdot \theta}{\alpha} \quad (1.16)$$

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

1-misol.

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

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

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

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

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

2-misol.

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

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

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

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

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

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

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

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

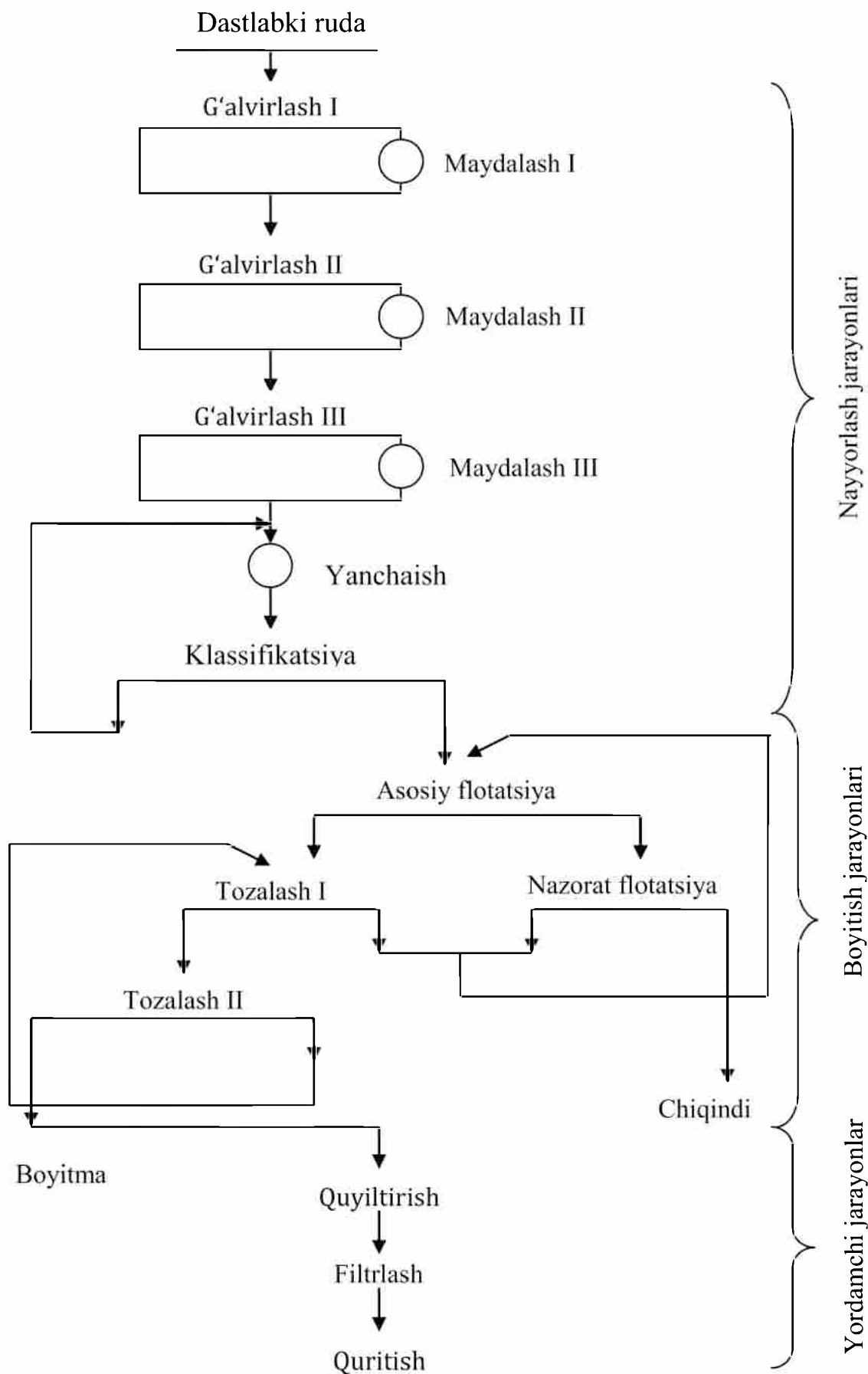
Nazorat uchun savollar:

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

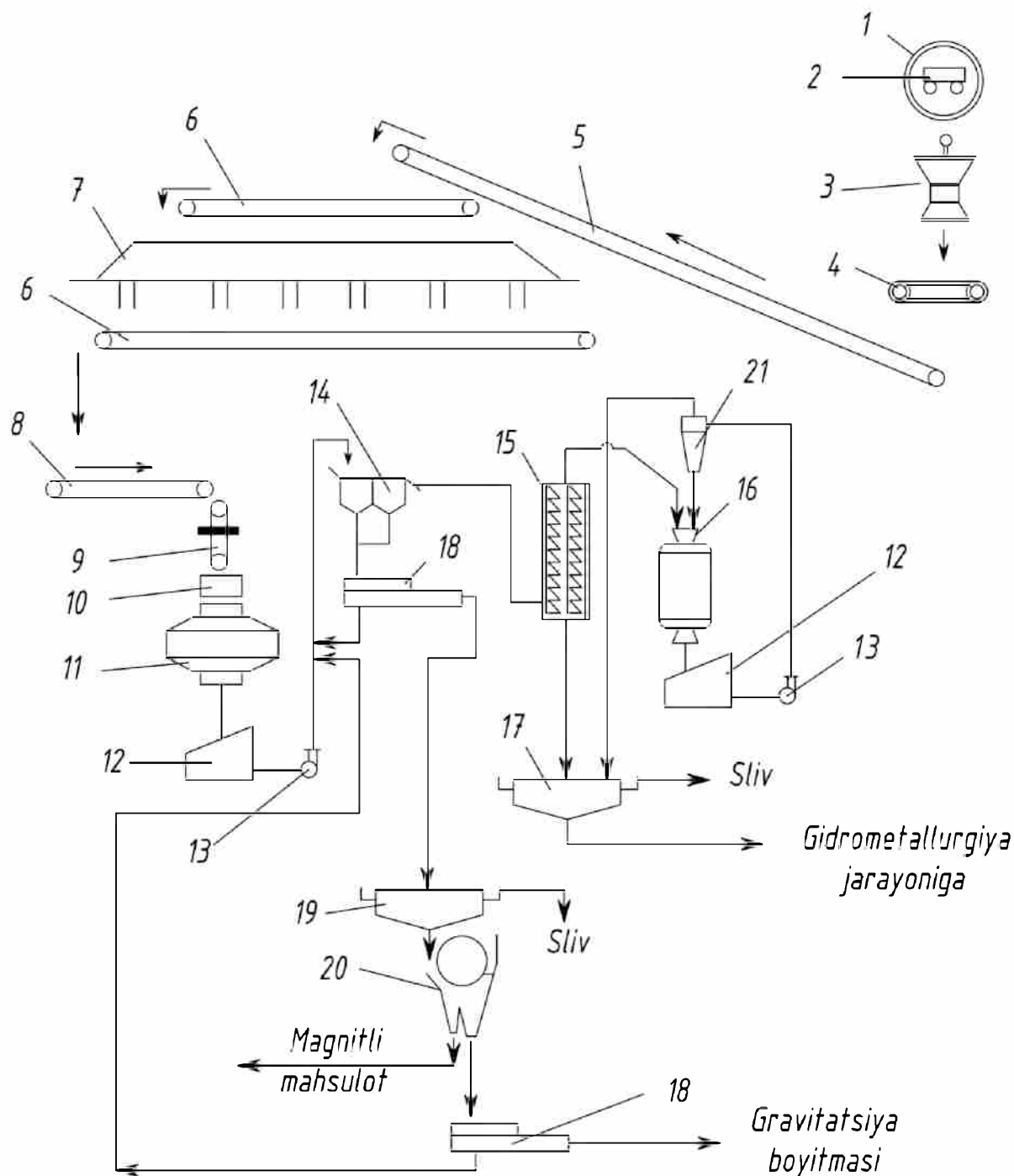
1.3-§. Boyitish sxemalari

Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi, boyitish fabrikasida xomashyoni qabul qilishdan va tayyor mahsulotni chiqarish bilan yakunlangan alohida texnika yoki jarayonlardan iborat.

Kamdan kam hollarda boyitishni bir marta boyitishda tugatib, darhol boyitma va chiqindi olish mumkin. Ko'pincha shunday bo'ladiki, bir marta boyitishdan so'ng boyitma unchalik boy, chiqindi esa yetarli darajada kambag'al bo'lmay, ularni qaytadan boyitishga to'g'ri keladi.



4-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining texnologik sxemasi



5-rasm. Oltin tarkibli rudalarni gravitatsiya usulida boyitish sexining uskunalar zanjir sxemasi:

1 – vagon ag‘dargich; 2 – dumpkar; 3 – konusli maydalagich; 4 – plastinkali ta‘minlagich; 5 – tasmali konveyer; 6 – taqsimlovchi konveyer; 7 – yirik maydalangan ruda ombori; 8 – tasmali ta‘minlagich; 9 – tarozili konveyer; 10 – bunker; 11 – tegirmon; 12 – zumpf; 13 – nasos; 14 – cho‘ktirish mashinasi; 15 – spiralli tasniflagich; 16 – tegirmon; 17 – quyiltirgich; 18 – boyitish stoli; 19 – boyitma uchun quyiltirgich; 20 – magnitli separator; 21 – gidrosiklon

Bu maqsadda boyitmani tozalash va chiqindini nazoratlash operatsiyalari o'tkaziladi. Shu ketma-ket jarayonlar boyitish operatsiyalari deyiladi, oldingi operatsiyadan keyingi operatsiyaga tushuvchi mahsulot oraliq mahsulot deyiladi.

Boyitish sxemalari ma'lum tartibda tasvirlangan.

Texnologik operatsiyalar qalin gorizontal chiziqni 1-2 mm qalinligi bilan ifodalaydi, unda operatsiya nomi yoziladi. Mahsulotlar harakati o'q chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Mahsulotlarning vertikal va gorizontal harakatlanish yo'nalishlari kesishganda, mahsulot asosi gorizontal chiziqda ko'rsatiladi. 4-rasmda rudalarni boyitish uchun soddalashtirilgan sxema keltirilgan.

Xuddi shu boyitish sxemasi turli usullar bilan amalga oshirishi mumkin. Shunday qilib, alohida operatsiyalar turli qurilmalarda amalga oshirilishi mumkin va bu ish bir yoki bir nechta mashinalarda amalga oshiriladi.

Boyitish fabrikasida foydali qazilma uchraydigan jarayonlarning ketma-ketligi **boyitishning texnologik sxemalarini** tashkil qiladi. Odatda sxemada dastlabki va boyitish mahsulotlarining sifati va miqdoriga doir ma'lumotlar, shuningdek, alohida jarayonlardagi qayta ishlash tartibi keltiriladi. Bunday sxemalar **sifat-miqdor sxemalari** deyiladi. Alohida jarayonlarga va mahsulotlarga qo'shiladigan va alohida jarayon hamda mahsulotlardagi suvning miqdoriga doir ma'lumotlarni o'z ichiga olgan sxema **suv sarfi (shlam) sxemasi** deyiladi [2]. Texnologik sxemadan tashqari **uskunalar zanjiri sxemasi** ham tuziladi, unda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining uskunalar bo'ylab harakatlanish yo'nalishi grafik tarzda ifodalanadi.

Nazorat savollari

1. Boyitishning qanday sxemalarini bilasiz?

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

1.4-§. Boyitish jarayonlari va mahsulotlarining tasnifi

Foydali qazilmalar, albatta, qazib olinib, boyitish fabrikalari yoki gidrometallurgiya zavodlariga boyitish, ya'ni, tarkibidagi bizga kerak bo'ladigan mahsulotni, qimmatbaho komponentni ajratib olish uchun tashib boriladi. Demak, foydali qazilmalar quyidagi 3 ta asosiy boyitish jarayonlari ketma-ketligini bosib o'tadi:

- 1) tayyorlash jarayonlari
- 2) asosiy (boyitish) jarayonlar
- 3) yordamchi jarayonlar

Bu uchta jarayonlarni birgalikda boyitish texnologiyasi deb ayta olishimiz mumkin.

Tayyorlash jarayonlarini o'rganishdan maqsad, minerall zarrachalarining yuza qismini qoplab turuvchi puch tog' jinslaridan ochib berish va dastlabki xomashyoni boyitishga tayyorlashdan iborat. Bu jarayonlar har xil prinsipda ishlaydigan g'alvirlarda, maydalagichlar va tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Boyitishning asosiy jarayonlari deganda, boyitishga tayyor bo'lgan xomashyo zarrachalarini har xil usullar yordamida ularning tarkibi, fizik–kimyoviy xossalriga qarab boyitib ajratib olish tushuniladi.

Yordamchi jarayonlar deganda, asosiy boyitish jarayonlarining samaradorligini oshiradigan va qayta ishlash natijasida olingan mahsulotlarning samaradorligini hamda sifatini oshiruvchi jarayonlar tushuniladi. Bunda changsizlantirish, sexlarni shamolla-

tish, loyqasizlantirish, suvsizlantirish, quyiltirish, filtrlash, quritish bosqichlari tushuniladi.

Tayyorlash jarayonlari ham o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi:

- maydalash;
- g'alvirlash;
- yanchish;
- klassifikatsiya, sinflarga ajratish – tasniflash.

Asosiy (boyitish) jarayonlari ham o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi va boyitish usullarini tashkil etadi.

- gravitatsiya usulida boyitish;
- flotatsiya usulida boyitish;
- magnit usulida boyitish;
- elektr usulida boyitish;
- maxsus kimyoviy usulda boyitish va h.k.

Foydali qazilmalarning turlari, ularning fizik-kimyoviy tarkibi va xarakteristikasiga qarab yuqorida keltirib o'tilgan ma'lum bir texnologiyadagi boyitish usuli tanlanadi.

Gravitatsiya usulida boyitish, asosan, suvli muhitda zarrachalarning solishtirma og'irligi va zichligiga asoslangan holda olib boriladi va yanchilgan mahsulot tarkibidan oddiy til bilan aytganimizda yuvib, kerakli foydali elementlarni ajratib olish tushuniladi. Bunday usul juda ham qadimiy boyitish usullaridan hisoblanadi.

Flotatsiya usulida boyitish zarrachalarning gidrofob va gidrofil, yani, zarrachalarning namlanish va namlanmaslik xususiyatiga asoslanib olib boriladi. Flotatsiyaning ko'pikli, moyli, gazli yoki ionli turlari mavjud.

Magnit usulida boyitishda esa zarrachalarning magnitlanish xossalriga asoslanib olib boriladi. Bunday usulda asosan temir tarkibli rudalar boyitiladi.

Elektr usulida boyitish - bu usul zarrachalarni elektr tokini o'tkazuvchanligiga asoslanadi.

Maxsus va kimyoviy usulda boyitish quyidagi usullarga

bo'linadi:

- qo'lda va mexanizatsiyalashgan saralash;
- mahsulotning shakliga va yirikligiga qarab saralash;
- radiometrik saralash;
- uyumlarda tanlab eritish;
- yer osti usulida tanlab eritish;
- maxsus chanlarda (katta hajmdagi idishlarda) tanlab eritish.

Har xil sharoitdan kelib chiqqan holda: balansdan tashqari rudalarni uyumlarda tanlab eritish; foydali qazilmalar yupqa qatlamdan tashkil topgan bo'lsa, yer osti usulida tanlab eritish (yer osti usulida qazib olib yoki ochiq usulda qazib olib boyitish iqtisodiy tomondan samarasiz bo'lganda); foydali qazilmalarni ma'lum bir usulda boyitilib, boyitma ajratib olingandan so'ng chiqindi tarkibida qolgan kerakli foydali komponentlarni to'lig'icha ajratib olish uchun maxsus chanlarda eritish usullaridan foydalaniladi.

Boyitish jarayonlarining klassifikatsiyasini quyidagi sistemada ko'rib chiqishimiz mumkin (6-rasm).

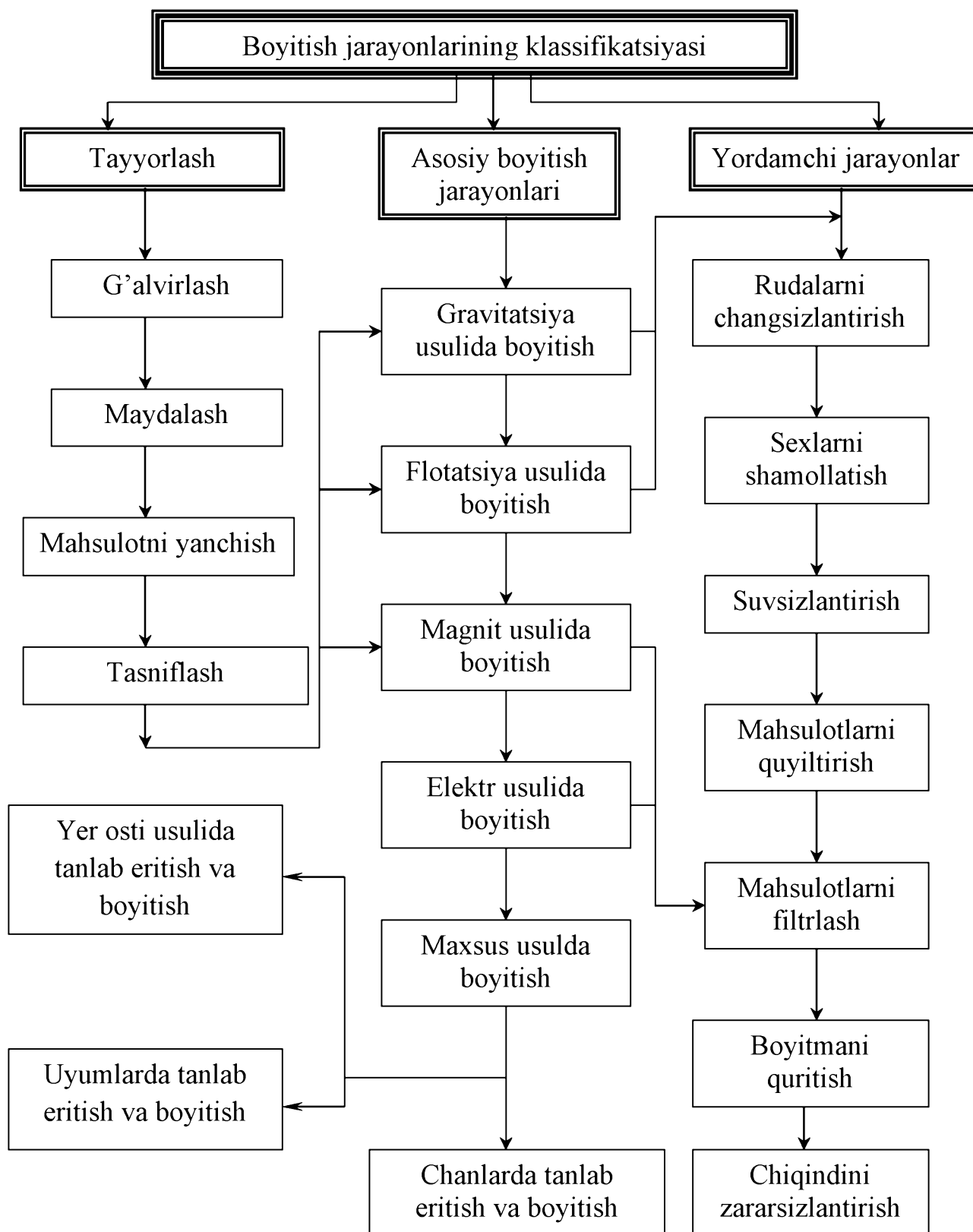
Yordamchi jarayonlar quyidagilarni tashkil etadi:

- suvsizlantirish;
- quyiltirish;
- filtrlash (olingan boyitmalarni);
- quritish (olingan boyitmalarni);
- changsizlantirish;
- sexlarni shamollatish.

Suvsizlantirish usulini tanlash qattiq mahsulotning zichligi va o'lchamiga, boshlang'ich mahsulot tarkibidagi suvning miqdoriga va suvsizlantirilgan mahsulotning namlik miqdoriga qo'yilgan talablarga bog'liq.

Filtrlash va sentrifugalash termik usulda quritish kiradi.

Drenajlash - bu og'irlik kuchi ta'sirida zarrachalar oralig'idan suvni tabiiy holda sizib chiqishiga asoslangan qattiq va suyuq fazani ajratish jarayonidir.



6-rasm. Boyitish jarayonlarining ketma-ketligi va bosqichlari.

Drenajlash jarayoni o'lchami 1,0-0,5 mm dan katta bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi. Bunday mahsulotlarga yirik o'lchamdagi magnetit boyitmalari, oraliq mahsulotlar va boshqar misol bo'ladi.

Drenajlash jarayoni mahsulotlar tarkibidan suvni yo'qotish uchun suvsizlantirishning dastlabki bosqichi bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Quyiltirish bu qattiq va suyuq fazani ularni zichligining farqiga asoslangan holda ajratish jarayonidir.

Suvsizlantirish jarayoni mexanik va termik usullarda amalga oshiriladi. Mexanik usulga quyidagilar kiradi: drenajlash, quyiltirish,

Quyiltirish jarayoni o'lchami 1,0 mm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi va gravitatsiya yoki markazdan qochma maydonda amalga oshiriladi.

Filtrlash bu qattiq va suyuq fazani hosil qilinadigan bosim farqi hisobiga g'ovak to'siq orqali ajratish jarayonidir.

Filtrlash jarayoni o'lchami 0,5-0,1 mm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi. O'lchami 50 mkm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirish uchun bosim ostida filtrlash, 50 mkm dan katta o'lchamdagi zarralar uchun esa vakuum ostida ishlaydigan filtrlash qo'llaniladi.

Sentrifugalash bu qattiq va suyuq fazani aylanayotgan rotorda markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish jarayonidir.

Sentrifugalash – o'lchami 15 mm dan kichik mahsulotlarni suvsizlantirish uchun qo'llaniladi. O'lchami 15-1,0 mm kattalikdagi mahsulotlar uchun markazdan qochma maydonda filtrlash, 1,0 mm dan kichik mahsulotlar uchun esa zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida cho'ktirish qo'llaniladi [2].

Quritish bu qattiq va suyuq fazani issiqlik (harorati) ta'sirida parlantirish natijasida ajratish jarayonidir.

Issiqlik ta'sirida quritish jarayoniga o'lchami 0,1 mm dan kichik bo'lgan mayin yanchilgan flotatsiya boyitmalari va har xil

o'lchamdagi foydali qazilmalar boyitishdan avval yuborilishi mumkin.

Quritish suvsizlantirishning eng ko'p energiya sarf qilinadigan usuli hisoblanadi. Shuning uchun uning qo'llanilishi texnik-iqtisodiy asoslangan bo'lishi kerak.

Nazorat uchun savollar:

1. Filtrlash jarayoni deb nimaga aytiladi ?
2. Suvsizlantirish jarayoni haqida ma'lumot bering ?
3. Drenajlash – bu ?
4. Yordamchi jarayonlarni sanab bering ?

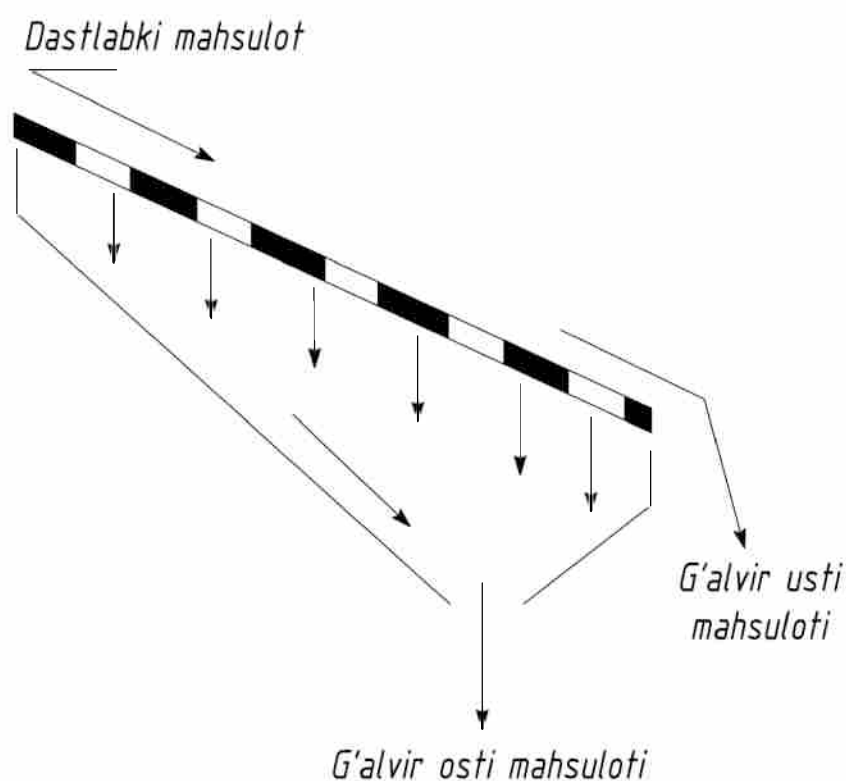
II BO'LIM TAYYORLASH JARAYONLARI

II BOB G'ALVIRLASH JARAYONI

2.1-§. G'alvirlash jarayonining asoslari

G'alvirlash - foydali qazilmaning yirikligiga qarab, bir yoki bir necha g'alvir orqali elab, sinflarga ajratish jarayonidir [1, 2].

G'alvirlashga tushayotgan mahsulot - dastlabki, g'alvir ustida qolgan mahsulot - g'alvir usti, g'alvirdan o'tgan mahsulot esa - g'alvir osti mahsuloti deyiladi (7-rasm).



7-rasm. G'alvirlash sxemasi.

G'alvirlashda qabul qilingan g'alvir ko'zlari o'lchamining kattadan kichikka tomon ketma-ket qatori g'alvirlash shkalasi, ikkita

ketma-ket kelgan g'alvir ko'zlari o'lchamining bir-biriga nisbati shkala moduli deyiladi. Masalan: 48, 24, 12, 6,3 mm li shkala uchun modul 2 ga teng. Mahsulotni n ta g'alvirda g'alvirlashdan so'ng n+1 ta mahsulot olinadi. Mahsulot yirikligi quyidagicha belgilanadi: -d+d yoki d-d. Masalan: -50+12 mm; 12-50 mm.

G'alvirlashning quyidagi turlari qo'llaniladi: yordamchi, tayyorlovchi, mustaqil hamda boyitish mahsulotlaridan suvni ajratish jarayoni sifatida ishlatiladigan g'alvirlash jarayoni [2].

Yordamchi g'alvirlash maydalash va yanchish sxemalarida ishlatilib, dastlabki mahsulot tarkibidagi tayyor (maydalanishi kerak bo'lmagan) mahsulotni ajratish yoki maydalangan mahsulot yirikligini nazorat qilish uchun ishlatiladi. Bunday g'alvirlashning birinchi turi - dastlabki, ikkinchisi esa nazorat g'alvirlash deyiladi.

Tayyorlovchi g'alvirlash dastlabki mahsulotni alohida-alohida boyitish maqsadida sinflarga ajratish uchun ishlatiladi.

Mustaqil g'alvirlash - g'alvirlash mahsulotlari iste'molchiga yuboriladigan tayyor mahsulot hisoblansa, mustaqil g'alvirlash deyiladi, g'alvirlashning bu turi ko'pincha ko'mirni g'alvirlashda ishlatiladi.

Suvsizlantirish maqsadida ishlatiladigan g'alvirlash boyitish mahsulotlaridan suvni birlamchi ajratishda keng ishlatiladi.

Dastlabki mahsulotning yirikligi va g'alvir ko'zining o'lchamiga qarab g'alvirlashning quyidagi turlari mavjud.

	Dastlabki mahsulot	G'alvir ko'zining yirikligi, mm
Yirik	-1200+0	300-100
O'rta	-360+0	60-25
Mayda	-75+0	25-6
Mayin	-10+0	5-0,5
O'ta mayin	-1+0	0,05 gacha

Nazorat uchun savollar:

1. Yordamchi g'alvirlash-bu ?

2. Tayyorlovchi g'alvirlash-bu?
3. Mustaqil g'alvirlash-bu?

2.2-§. G'alvirlashda sinflarga ajratish

G'alvirlashning yirikdan maydaga, maydadan yirikka, aralash va jamlashgan usullari mavjud.

Yirikdan maydaga g'alvirlashda to'rlar ustma-ust o'rnatiladi. Yuqoridagi g'alvir eng katta ko'zga, pastkisi esa - eng mayda ko'zga ega. Bunday sxemaning afzalliklari: g'alvirlarning ixcham joylashishi, buning natijasida yirik mahsulot ketma-ket ajratib olinib, simlarning yedirilishining oldi olinadi. Mayda sinflarni g'alvirlash samaradorligi ortadi, yirik sinflarning o'ta maydalanib ketishining oldi olinadi. Kamchiligi: ostki g'alvirlarning holatini tuzatish, ularni ta'mirlash va almashtirish hamda g'alvirlangan sinflarni ajratib (tushirib) olishning qiyinligi [2, 3].

G'alvirlashning maydadan yirikka usuli hamma g'alvirlar holatini yaxshi kuzatishga, ularni qulay almashtirishga, g'alvirlangan mahsulotni qulay sharoitda bo'shatishga imkon beradi.

Kamchiligi: mayda sinflarni g'alvirlanishda samaradorlikning pastligi, chunki yirik mahsulot g'alvirning mayda ko'zlarini berkitib qo'yadi; mayda ko'zli g'alvirlarning tez ishdan chiqishi, chunki shu mayda g'alvirlar g'alvirlashning boshida joylashgan bo'lib, mahsulotning hammasi shu g'alvirga tushadi va h.k.

G'alvirlashning jamlashgan sxemasi o'zining afzallik va kamchiliklari bo'yicha oraliq o'rinni egallaydi.

2.3-§. Rudaning yiriklik xarakteristikasi

G'alvirlar to'plami yordamida g'alvirlab, ajratib olingan sinflar tarozida tortiladi va ularning umumiy chiqishi foizlarda aniqlanadi. 1 % dan ortiq yo'qolishga yo'l qo'yilmaydi. Namunalarni g'alvirlash

va alohida sinflar kimyoviy tahlilining natijalari 2-jadvalga kiritiladi, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

G‘alvirlash orqali tahlil natijalari grafik tarzda "plyus" bo‘yicha (g‘alvirda qolgan mahsulotning umumiy qoldig‘i) yoki "minus" bo‘yicha (g‘alvirdan o‘tgan mahsulotning umumiy qoldig‘i) yiriklikning umumiy xarakteristikasi ko‘rinishida ifodalanadi.

Ordinata o‘qiga sinflarning umumiy chiqishi foizlarda, abssissa o‘qiga esa g‘alvir teshiklarining o‘lchami yoki zarrachaning diametri millimetrlarda qo‘yiladi.

«Plyus» bo‘yicha yiriklik umumiy xarakteristikasining botiq ko‘rinishi rudada mayda zarrachalarning ko‘pligidan, qavariq ko‘rinishi esa yirik zarrachalarning ustunligidan darak beradi. Oraliq sinflarning chiqishi egri chiziqni interpolyatsiyalab topiladi. Bunday egri chiziqlarni tuzishda chiziqli shkalaning ishlatilishi sinflarning soni oz bo‘lganda va dastlabki mahsulotdagi zarrachalarning eng katta va eng kichik o‘lchamlari orasidagi farq uncha katta bo‘lmaganda qulay.

2-jadval.

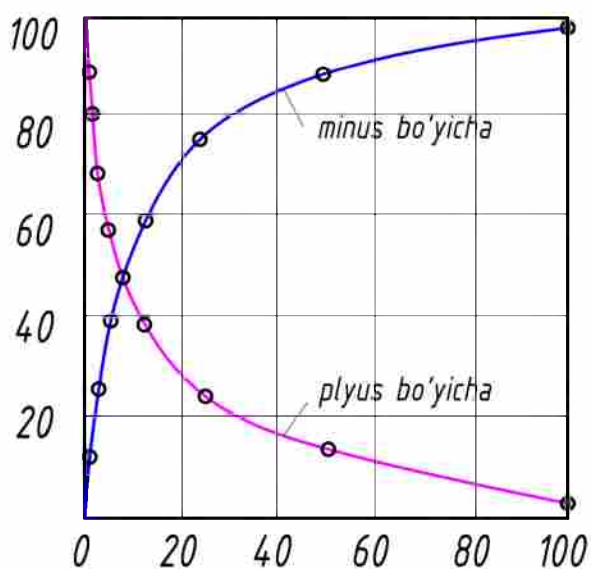
G‘alvirlash orqali tahlil natijalari (misol)

Sinflarning o‘lchami, mm	Chiqish, %	Aniqlanuvchi komponentning miqdori, %	Umumiy chiqish	
			«Plyus» bo‘yicha	«Minus» bo‘yicha
+100	3,7	20,19	3,70	100,00
-100+50	10,71	18,28	14,41	96,30
-50+25	10,45	15,25	24,86	85,59
-25+12	12,70	14,44	37,56	75,14
-12+6	18,48	13,10	56,04	62,44
-6+3	12,99	13,69	69,03	43,96
-3+1,5	10,01	12,70	79,04	30,97
-1,5+0,75	11,00	13,05	90,04	20,96
-0,75+0	9,96	12,75	100,00	9,96
Dastlabki ruda	100	14,26	-	-

Agar mahsulotda mayda sinf ko'p bo'lsa va bu sinflarning chiqishini bilish kerak bo'lsa, logarifmli shkaladan foydalanish qulay. Yiriklikning bunday xarakteristikasini tuzish uchun yuqoridagidek, ordinata o'qiga mahsulotlarning umumiy chiqishi, absissa o'qiga esa g'alvir teshiklari o'lchamining logarifmi qo'yiladi [2].

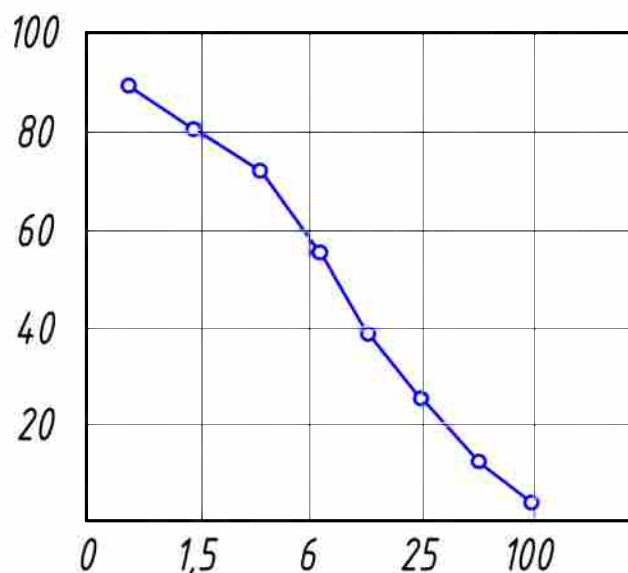
Doimiy modul (bizning misolda u 2 ga teng) ga ega g'alvirlar to'plami uchun egri chiziqni tuzish juda qulay. Absissa o'qi modulning tanlangan masshtabga teng bo'laklarga bo'linadi (masalan, $\lg 2 = 1 \text{ mm}$). Eng mayda to'r teshigining diametriga tegishli birinchi nuqta (masalan, $\lg 0,75$) absissa o'qining 0 nuqtasidan ixtiyoriy masofaga joylashtiriladi. Keyingi to'rning teshigi 1,5 mm ga teng. Modul 2 ga teng bo'lgani uchun $0,75 \times 2 = 1,5$ yoki $\lg 1,5 = \lg 0,75 + \lg 2$. Shuningdek, absissa o'qining $\lg 1,5$ ga tegishli nuqtasi $\lg 0,75$ nuqtadan 1 sm uzoqlikda bo'lishi kerak va h.k.

Egri chiziqni absissa o'qining 0 nuqtasigacha yetkazish mumkin emas, chunki $\lg 0 = \infty$.



To'r teshiklari to'plamining o'lchami, mm

8-rasm. Mahsulot yirikligining oddiy chiziqli setkadagi xarakteristikasi



To'r teshiklari to'plami o'lchamining lg

9-rasm. Mahsulot yirikligining yarim logarifmli setkadagi umumiy xarakteristikasi.

Ayrim hollarda yiriklik xarakteristikasi logarifmik setkalarda beriladi. Abssissa o'qiga zarrachalar o'lchamining logarifmi mikrometrlarda, ordinata o'qiga esa har qaysi sinf chiqishining logarifmi foizlarda qo'yiladi. Logarifmli egri chiziqlardan foydalanib, istalgan sinf yirikligining chiqishini oddiy setkadagidek aniqlash mumkin.

Logarifmik egri chiziq ba'zi hollarda mahsulotdagi zarrachalarning yiriklik bo'yicha taqsimlanish qonuniyatlarini o'rganishga imkon beradi. Agar "minus" bo'yicha umumiy yiriklik xarakteristikasi logarifmik setkada to'g'ri chiziq shaklida bo'lsa, uni ifodalovchi tenglamani logarifmik koordinatalarda to'g'ri chizikli tenglama holida berilishi mumkin:

$$\lg (100 - R) = A \lg x + \lg V$$

bu yerda: R - x teshikli g'alvirda qolgan umumiy qoldiq;
A - to'g'ri chiziq qiyalik burchagining tangensiga teng koeffitsient.
lgV- to'g'ri chiziqning ordinata o'qi bilan kesishgan bo'lagi.

Yuqoridagi tenglamadan

$$100 - R = V x^A \quad \text{ni olamiz.}$$

Bu Goden - Andreyev tenglamasi deyiladi. A-koeffitsienti mahsulot yirikligining umumiy xarakteristikasi egri chizig'ining yo'nalishi va bukilishi darajasini belgilaydi, ya'ni u mahsulotda mayda yoki yirik zarrachalarning ko'pligi haqida fikr yuritishga imkon beradi. Yiriklikning umumiy xarakteristikasi egri chizig'i va taqsimlanishi mahsulotning granulometrik tarkibi haqida yetarli darajada to'liq xarakteristika beradi.

2.4 §. Foydali qazilmalarning granulometrik tarkibi

Foydali qazilma qazib olingandan yoki maydalangandan keyin millimetrning ulushidan tortib, to bir necha yuz millimetrgacha bo'lgan turli o'lchamdagi zarrachalar aralashmasidan iborat bo'ladi. Foydali qazilma tarkibiga kiruvchi turli o'lchamdagi zarrachalar massa miqdorining nisbati uning granulometrik tarkibi deyiladi.

Mahsulotning yirikligiga qarab tahlil qilish natijalari boyitish mashinalarining ishlab chiqarish unumdorligini, g'alvirlar, maydalagich, tegirmon va klassifikatorlarning ishlash samaradorligini, rudali va noruda minerallarning yuzasini to'liq ochish uchun qanday yiriklikda yanchish zarurligini va bir qator texnologik jarayonlarning muhim ko'rsatkichlarini aniqlashga imkon beradi [1, 2].

Granulometrik tarkibni aniqlash foydali qazilma namunasini ma'lum yiriklikdagi sinflarga ajratishdan iborat. Granulometrik tarkibni aniqlashning bir necha xil usullari mavjud: g'alvirlash orqali, sedimentatsiya, mikroskopik usul yoki alohida zarrachalarning o'lchamini to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va h.k.

Zarralar o'lchamini to'g'ridan-to'g'ri o'lchab, yiriklikni baholash o'lchami 150-200 mm dan ortiq mahsulotning granulometrik xarakteristikasini tuzish uchun qo'llaniladi.

Foydali qazilma zarrachalari noto'g'ri shaklga ega va ularning yirikligi bir nechta o'lchamlar bilan ifodalanishi mumkin. Amaliy maqsadlar uchun zarrachani bitta o'lcham, ya'ni diametr orqali xarakterlash maqsadga muvofiq.

Shakli shar yoki kubga yaqin zarrachaning diametrini aniqlash uchun ularni bir xil yoʻnalishda oʻlchash kifoya. Bunday zarrachalarning diametrini aniqlash uchun quyidagi formulalarning biridan foydalaniladi:

$$D = b \quad (2.1)$$

$$D = b \sqrt{2} \quad (2.2)$$

$$D = b \sqrt{3} \quad (2.3)$$

bu yerda: b - zarrachaning bir yoʻnalishdagi oʻlchami
(2.1) - formula sharga yaqin shakldagi, (2.2) va (2.3) formulalar esa kubga yaqin shakldagi zarrachalarning diametrini aniqlashda ishlatiladi.

Parallelepiped yoki plastinka shaklidagi zarrachaning diametrini aniqlash uchun ularni ikki yoki uch oʻzaro perpendikulyar yoʻnalishda oʻlchash kerak. Hisoblashda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$d = (a + b)/2 \quad (2.4)$$

$$d = \sqrt{ab} \quad (2.5)$$

$$d = (a + b + c)/3$$

(2.6)

$$d = \sqrt{abc} \quad (2.7)$$

(2.4) va (2.5) formulalar kvadrat kesimli parallelepiped yoki plastinka shaklidagi zarrachalarning diametrini, (2.6) va (2.7) formulalar esa uchta oʻzaro perpendikulyar yoʻnalishdagi oʻlchamga ega zarrachalarning diametrini aniqlashda ishlatiladi.

Amalda koʻpincha aralashmadagi zarrachalarning oʻrtacha diametrini aniqlashga toʻgʻri keladi. Buning uchun quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$d_{o'r} = (d_1 + d_2)/2$$

$$d_{o'r} = \sqrt{d_1 \cdot d_2}$$

bu yerda: d_1 va d_2 - aralashmadagi eng katta va eng kichik zarrachalarning diametri, mm.

G'alvirlar to'plami yordamida granulometrik tartibni aniqlash

G'alvirlash orqali tahlil deb, mahsulot namunasini yirikligiga qarab bir qator sinflarga ajratishga aytiladi. G'alvirlash orqali tahlil foydali qazilma alohida sinflarining chiqishini aniqlash uchun o'tkaziladi. Shuningdek, foydali komponentlarning sinflardagi miqdori ham aniqlanadi.

Namunani sinflarga ajratish uni ma'lum o'lchamli teshiklarga ega g'alvirlar to'plami yordamida elash orqali amalga oshiriladi. G'alvirlash orqali tahlil o'lchami 150-200 mm dan 0,074 (0,043) mm gacha mahsulotni tahlil qilish uchun qo'llaniladi. O'lchami 0,074 mm dan kichik mahsulotlarning granulometrik tarkibi sedimentatsiya usuli bilan aniqlanadi.

Boyitish amaliyotida g'alvirlash orqali tahlil qilish uchun sim yoki sintetik to'rdan kvadrat shakldagi teshikli qilib tayyorlangan kontrol g'alvirlar ishlatiladi. To'plamdagi g'alvir teshiklari o'lchamining nisbati doimiy va o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Odatda rudani g'alvirlash uchun ishlatiladigan g'alvirlar to'plami quyidagi o'lchamdagi g'alvirlarni o'z ichiga oladi: 60; 40; 30; 20; 10; 5; 2,5 va 1 mm.

Ko'mirni g'alvirlash uchun esa g'alvirlar to'plami: 150; 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5 mm.

Ikkita qo'shni g'alvir teshiklari o'lchamining bir-biriga nisbati g'alvirlash moduli deyiladi. Yirik mahsulotni g'alvirlashda $\sqrt{2}$ ga teng modul ishlatiladi. Bu modulga ko'ra g'alvirlar to'plami quyidagi o'lchamli g'alvirlardan tashkil topadi: 100; 50; 25; 12; 6; 3; 0. Mayda mahsulotni g'alvirlash uchun esa 2 ga teng modul qo'llaniladi. Unga ko'ra, asosiy g'alvir deb teshiklarining o'lchami 200 mesh (0,074 mm) li g'alvir olinadi (mesh-25,4 mm² ga to'g'ri keladigan teshiklar soni). G'alvirlar to'plami quyidagicha tuziladi:

$$0,074 \times 1,41 = 0,1 \text{ mm}$$

$$0,1 \times 1,41 = 0,14 \text{ mm}$$

$$0,14 \times 1,41 = 0,19 \text{ mm va h.k.}$$

Dastlabki mahsulotning massasi mahsulotning yirikligiga, namuna olish usuliga va g'alvirlash orqali tahlilning aniqligiga bog'liq. Granulometrik tahlil uchun namunaning maksimal miqdori quyidagi formula orqali topiladi:

$$M = 0,02 d^2 + 0,5 d \quad (2.8)$$

bu yerda: d - zarrachaning maksimal o'lchami, mm.

Talab qilinadigan aniqlikka va mahsulotning namligiga qarab g'alvirlash orqali tahlil quruq va suvli usulda o'tkazilishi mumkin. Mahsulotning namligi uncha katta bo'lmaganda va o'ta aniqlik talab qilinmaganda g'alvirlashning quruq usuli qo'llaniladi.



10-rasm. Laboratoriya titrama g'alviri

O'lchami 0-13 mm mahsulotning namligi yuqori bo'lib, quruq usulda g'alvirlashni qiyinlashtirsa, namuna dastlab quritiladi.

Og'irlikdagi yo'qolish g'alvirlash natijasida olingan alohida sinflar chiqishlari orasida taqsimlanadi. Yirik o'lchamli sinflar quritilmaydi. Yirik mahsulotning tahlili laboratoriya elaklarida o'tkaziladi. O'lchami 6 mm gacha bo'lgan mayda mahsulotni g'alvirlash mexanik silkitgichlarda amalga oshiriladi [2].

Mahsulotni g'alvirlash 10-30 daqiqa davom etadi. G'alvirlash vaqti mahsulotning namligi va yirikligiga bog'liq: mayda va nam mahsulot uzoq vaqt g'alvirlanadi. So'ngra silkitgichda yoki qo'lda shu g'alvirlarning o'zida g'alvirlashning qanchalik to'liq bo'lgani tekshiriladi.

10-rasmda g'alvir usti mahsulotini avtomatik o'lchovchi tizimli laboratoriya titrama g'alviri keltirilgan. Kompyuter monitorida rudaning tahlil qilinayotgan namunasining sinflar bo'yicha tarqalishining egri chiziqli bog'liqligi tasvirlangan.

Agar nazorat g'alvirlashda 1 daqiqa davomida g'alvirdan o'tgan mahsulot massasi g'alvirda qolgan mahsulot massasidan 1 % oshmasa, yirik mahsulotni ham, mayda mahsulotni ham g'alvirlash tamomlangan hisoblanadi.

Sedimentatsiya tahlili

Mayin tuyilgan 0,074 mm dan kichik mahsulot tarkibidagi turli sinf o'lchamidagi mahsulotlar miqdorini aniqlash uchun sedimentatsiya tahlili o'tkaziladi. Sedimentatsiya tahlili turli uskunar yordamida mahsulotni suvda yoki havoda cho'kish tezligiga qarab amalga oshiriladi.

Zarrachalarning suyuqlikda cho'kish tezligi Stoks formulasi yordamida aniqlanadi.

$$v = K_c \cdot d_e^2 \cdot g \cdot (\rho_m - \rho_j) / \eta,$$

bu yerda,

v – mineral zarrachani erkin holatda cho'kish tezligi, m/s;

K_c – mineral zichligi proporsional koeffitsient;

d_e – zarrachaning ekvivalent diametri, m;

g – erkin tushish tezlanishi;

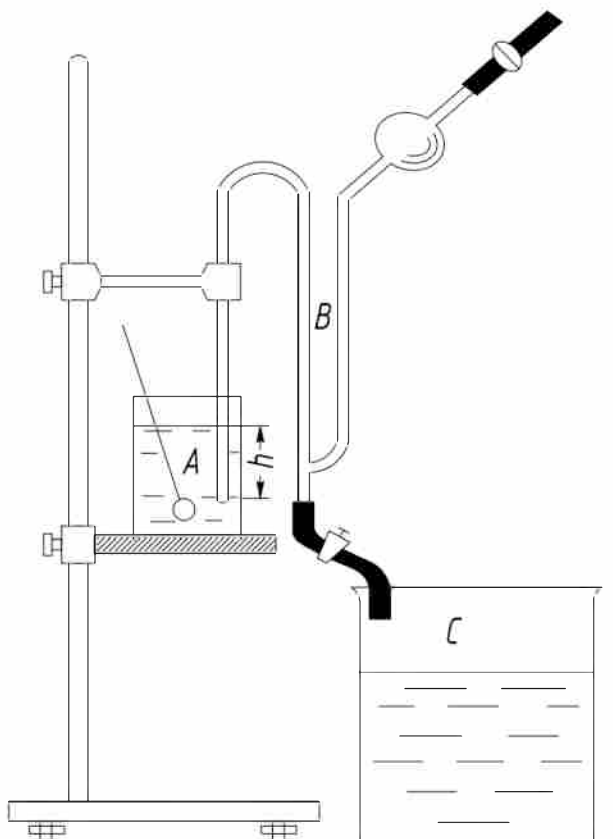
ρ_m – mineral zarracha zichligi, kg/m^3 ;

ρ_j – suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ;

η – suyuqlikning dinamik qovushqoqligi, $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$.

Bu bog'liqlik tog' jinslarida zarrachalarni o'lchamlari bo'yicha tarqalganligini aniqlashda qo'llaniladi.

Sedimentatsion tahlilning eng sodda usuli tindirish hisoblanadi. Tahlil uchun 20-50 g mahsulot balandligi 150 mm gacha bo'lgan stakanga solinadi. Stakan yuqori belgisigacha suv bilan to'ldiriladi. Zarrachaning erkin tushishini ta'minlash uchun tahlilga tayyorlangan bo'tana suyuq (10:1) bo'lishi kerak. Bo'tana tingandan keyin ustki qismi diametri 6-10 mm li sifon trubka-B orqali C idishga tushirib olinadi (11-rasm).

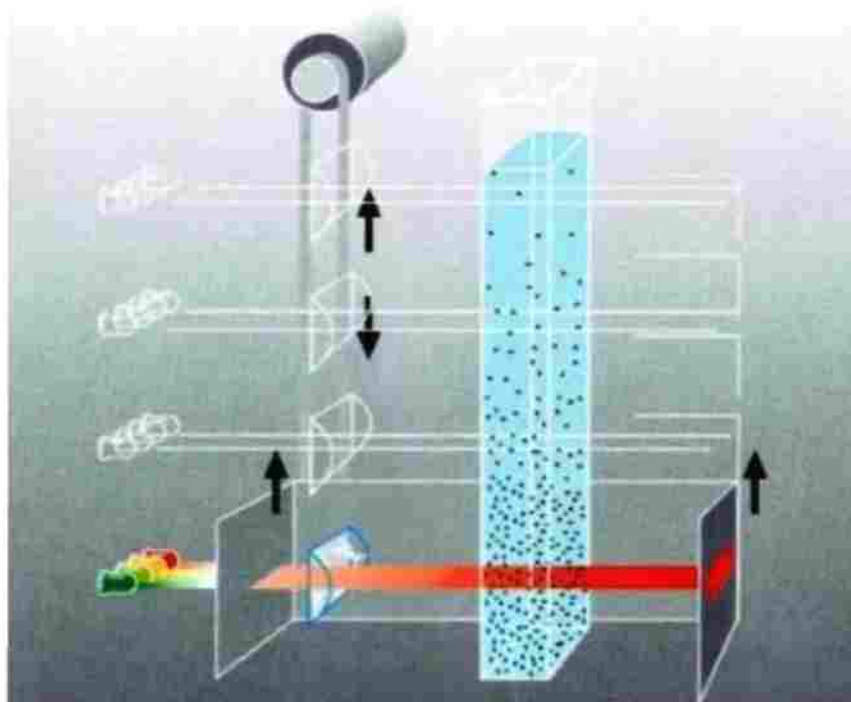


11-rasm. Sedimentatsion tahlil o'tkazish uchun uskuna.

Tahlil quyidagicha bajariladi: A stakandagi bo'tana yaxshilab aralashtiriladi. Aralashtirish tugashi bilan sekundomer yoqiladi va ma'lum muddatga bo'tana eng mayda fraksiya (-10 mkm) ni cho'kishi uchun tinch holda ushlab turiladi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin sifon trubkaning qisqichi ochiladi va cho'kma ustidagi suyuqlik quyib olinadi. Stakan yana suv bilan to'ldiriladi va bu jarayonlar ajratib olinayotgan suyuqlik tiniq holga kelguncha takrorlanadi. Ikkala idishdagi hamma suyuqlik bitta qilib yig'iladi va tindiriladi, undan keyin suv to'kib olinadi, qoldiq quritiladi va o'lchanadi. Xuddi shu tartibda boshqa sinflar (-20 mkm) ham tindiriladi.

Avvallari sedimentatsiya kabi o'lchash usullari uzoq vaqtni talab qilgan.

Zamonaviy laboratoriyalarda skanerlovchi fotosedimentograflar yordamida sedimentatsiya tahlili o'tkazilmoqda. Bu usul «fast-scanning» (tez skanerlash) asosiga qurilgan. Kompyuter yordamida boshqariladigan fotometrik qurilma sedimentatsiya idishi bo'ylab yuqoriga harakatlanib, optik zichlikni o'lchaydi.



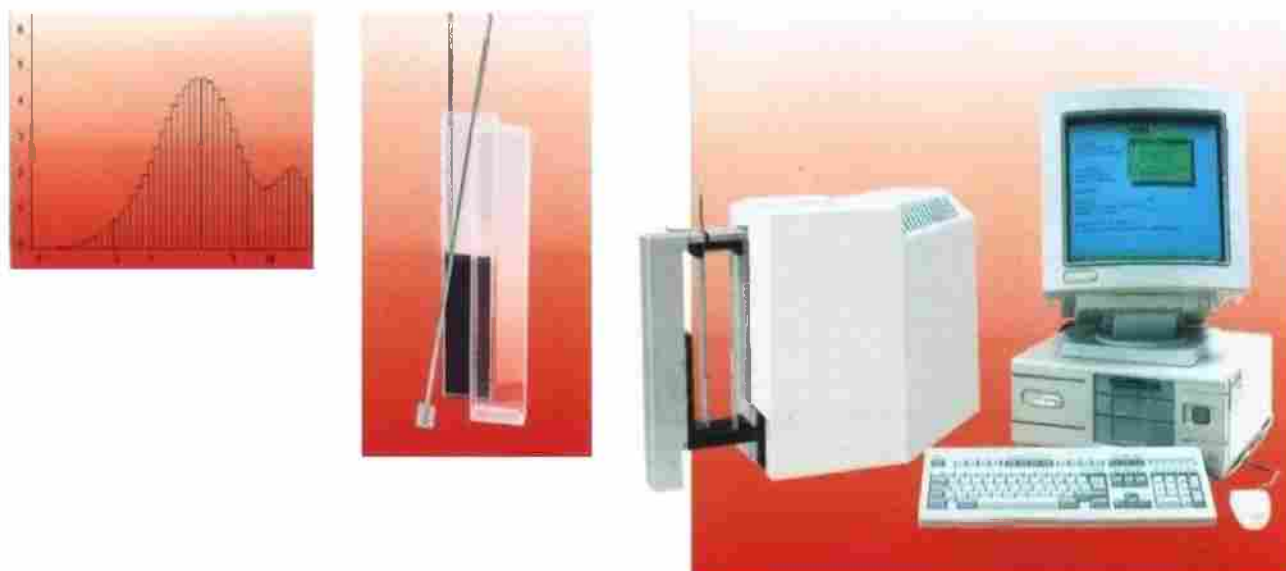
12-rasm. Fotometrik qurilma yordamida sedimentatsiya tahlili o'tkazish sxemasi

Balandligiga bog'liq holda suyuqlikda cho'kayotgan zarrachalar konsentratsiyasini o'zgarishini hisobga olib boradi. Ma'lumotlar kompyuter dasturi yordamida qayta ishlanadi va natijalardan mahsulotning granulometrik tarkibi hisoblanadi.

Ruda zarrachasi o'lchamini o'lchash kengligi 0,5 mkm dan 500 mkm gacha. O'lchash vaqti 3 -10 daqiqani tashkil etadi.

Uskuna 200 ml hajmli shisha idishdan tashkil topgan bo'lib, tadqiq qilinadigan ruda zarrachasi aralashmasi issiqlik o'tkazmaydigan o'lchash kamerasiga joylashtiriladi. Namunani dispergat-siyalash uchun ultratovushli vanna mavjud. Namunani bo'lish uchun uskuna konusli namuna bo'luvchi bilan jihozlangan. Kompyuter o'lchashni boshqarish, o'lchash natijalarini aniqlash va zarrachalarni o'lchamlari bo'yicha tarqalishini hisoblashdi.

Uskuna sanoatda texnologik jarayonlarni boshqarishda va mahsulot sifatini nazorat qilishda mahsulotdagi zarrachalarni o'lchamlari bo'yicha tarqalishini tezda tahlil qilish uchun hamda ilmiy-texnik izlanishlarda yuqori aniqlik talab etiladigan hollarda qo'llaniladi.

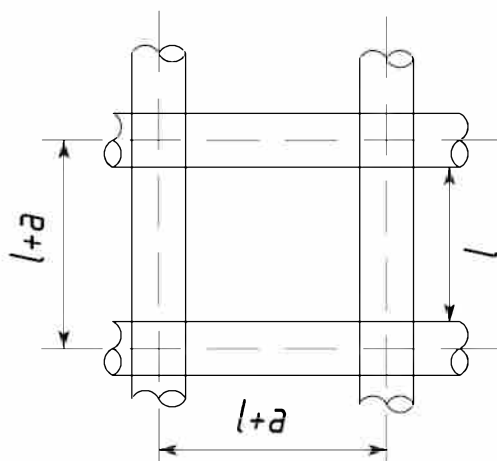


13-rasm. Sedimentatsiya tahlili uchun qurilma.

(chapda – zarrachalarni fraksiya bo'yicha tarqalish egrichizig'i; o'rtada – sedimentatsiya idishi; o'ngda – umumiy ko'rinishi)

2.5-§. G'alvirlarning elovchi yuzalari

G'alvirlash jarayonini bajaruvchi mashina va moslamalar g'alvirlar deyiladi. G'alvirlovchi yuza sifatida sim to'rlar, g'alvir va orasi ochiq panjaralar ishlatiladi. Sim to'rlar po'lat, latun, bronza, mis yoki nikeldan teshiklari kvadrat, to'g'ri to'rtburchak yoki tirqishli shaklda, ko'zining o'lchami 100 dan 0,04 mm gacha qilib tayyorlanadi (14-rasm).



14-rasm. Sim to'rlar teshiklarining kvadrat shakli.

Keyingi yillarda setkalar kaprondan, rezinadan tayyorlanmoqda, eng ko'p ishlatilayotgani kvadrat teshikli to'qilgan to'rlar va tirqish teshikli yig'ma to'rlardir [2].

To'rlar teshiklari yuzasi (maydoni) ning to'rning umumiy yuzasiga nisbati **jonli kesim** deyiladi va foizlarda ifodalanadi. Kvadrat va to'g'ri burchak shakldagi ko'zli, to'qilgan to'rlar uchun jonli kesim koeffitsienti quyidagicha

$$L_k = 100 l^2 / (l + a)^2 \quad (2.9)$$

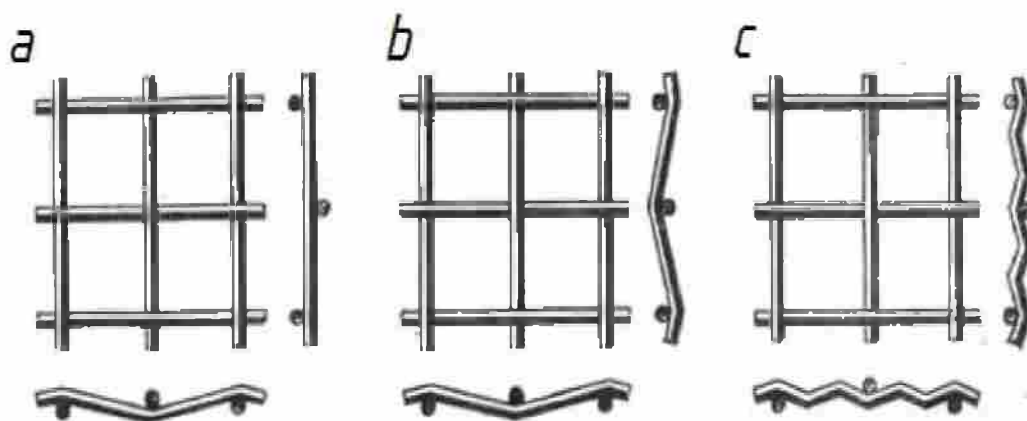
$$L_t = 100 l v / (l + a)(l+b) \quad (2.10)$$

bu yerda: L - teshikning kengligi; mm, a - simning diametri, mm, v - teshikning uzunligi, mm,

Teshikning kengligi bir xil bo'lganda to'g'ri to'rtburchak shaklli to'rning jonli kesimi kvadrat shaklli to'rnikidan ko'pdir, ya'ni $L_t > L_k$.

To'rt teshiklarining o'lchami standartlangan va parallel simlar orasidagi minimal masofa bilan aniqlanadi.

To'rtlar to'qilgan, taram-taram simlardan yig'ilgan (15-rasm), payvandlangan va qoliplangan (shtampovka qilingan) (16-rasm) bo'lishi mumkin.



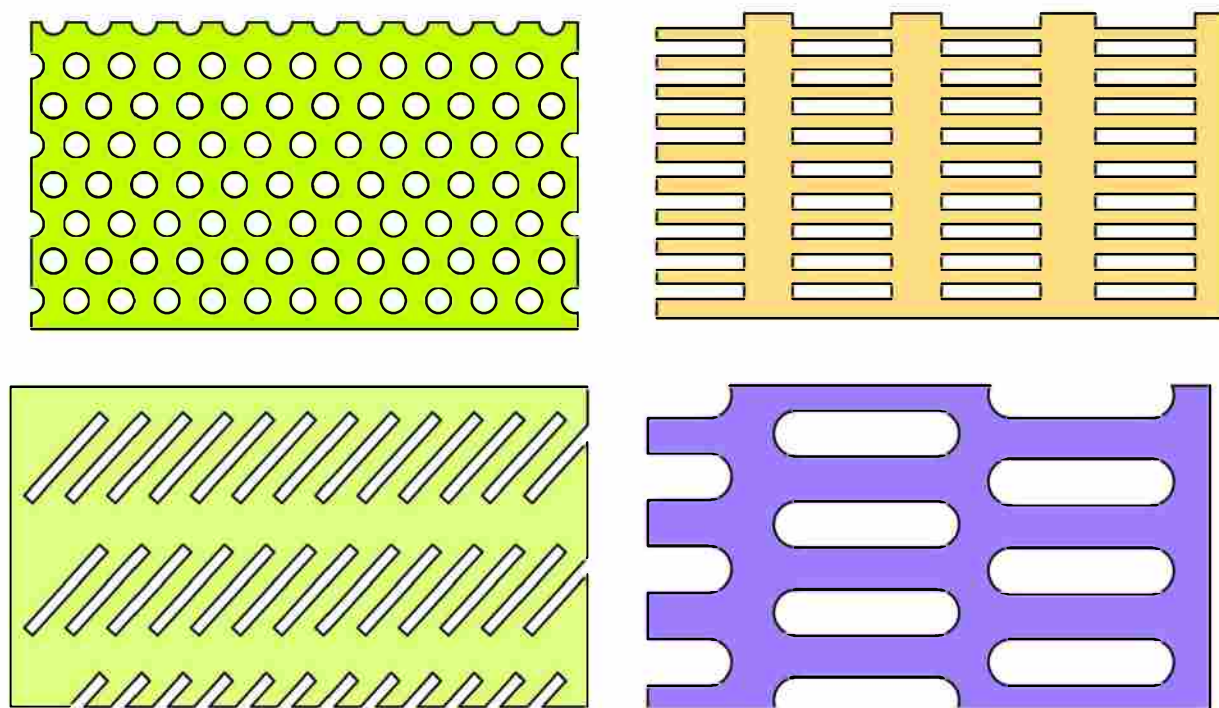
15-rasm. Yig'ilgan to'rtlar: a-qisman taramlangan; b-taramlangan; c-murakkab taramlangan

G'alvirlash jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar

G'alvirlash jarayoniga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

- g'alvirning jonli kesimi;
- mahsulotning g'alvirda harakatlanish tezligi;
- g'alvirlovchi yuzaning qiyalik burchagi va teshiklarning shakli;
- mahsulotning fizik xossalari;
- g'alvirlash sharoitlari.

G'alvirning jonli kesimi qancha katta bo'lsa, g'alvirlash samaradorligi shuncha katta bo'ladi. Mahsulot g'alvirning ishchi yuzasi bo'ylab tez harakatlanganda teshikning ustidan o'tib ketib, g'alvirlanishga ulgurmaydi va bu holda g'alvir konveyerga o'xshab qoladi. Sanoatda ishlatiladigan g'alvirlardagi mahsulotning harakatlanish tezligi 0,5-0,75 m/sek. ni tashkil qiladi.



16-rasm. Qoliplangan panjaralarda teshiklarning shakli va joylashishi.

G'alvirlovchi yuzaning qiyalik burchagi va g'alvirdagi mahsulotning qalinligi g'alvirlash jarayoniga ta'sir qiladi. Qiyalik qancha katta bo'lsa, g'alvirlash samaradorligi shuncha kichik bo'ladi. Zarrachaning o'lchami g'alvir ko'zining o'lchamiga qancha yaqin bo'lsa, zarracha o'zining yo'lida tushib ketish uchun shuncha ko'p teshikka duch keladi. Zarracha o'lchamining teshik o'lchamiga nisbati **nisbiy o'lcham** deyiladi. Nisbiy o'lchami 0 dan 0,5-0,75 gacha bo'lgan zarrachalar oson o'tuvchi, 0,75-1 gachasi qiyin o'tuvchi zarrachalar hisoblanib, ularni g'alvirlashga uzoq vaqt talab qilinadi [2].

Mahsulot qatlamining qalinligi g'alvir ko'zi o'lchamining to'rt barobaridan oshmasligi kerak ($h = 4k$).

Nisbiy o'lchami 1 dan 1,5 gacha bo'lgan zarrachalar qiyinlashtiruvchi zarrachalar deyilib, ular o'zi teshikdan o'tmaydi hamda oson va qiyin o'tuvchi zarrachalarning ham o'tishiga xalaqit beradi.

G'alvirlanayotgan mahsulotda qiyin va qiyinlashtiruvchi zarrachalar qanchalik ko'p bo'lsa, kerakli g'alvirlash samaradorligiga erishish uchun shuncha ko'p vaqt talab qilinadi.

Quruq, sepiluvchi mahsulotlar (2-4% namlikka ega) oson g'alvirlanadi va juda tez yuqori g'alvirlash samaradorligiga erishiladi. Namlik ortishi bilan g'alvirlash qiyinlashadi; g'alvir ko'zlari nam mahsulot bilan yopilib qoladi, mayda mahsulotlar kattasiga yopishib qoladi va g'alvirlanmaydi.

Nam va loyli mahsulotni g'alvirlashda g'alvir teshiklari ifloslanadi va g'alvirning jonli kesimi kamayadi. Teshiklar ko'zi yopilib qolmasligi uchun to'rlarning elektr bilan isitilishi qo'llaniladi (80-150°C gacha). Bunda g'alvir teshiklari suv pardasi bilan qoplanmaydi va nam zarrachalar simga kamroq yopishadi; yopishgani ham qurib, setka harakatlanganda tushib ketadi.

G'alvirlash jarayoniga bundan tashqari dastlabki mahsulotning granulometrik tarkibi, g'alvirlash usuli (quruq yoki ho'l), mahsulotni g'alvirga bir tekis berilishi, g'alvirlovchi yuzaning holati va h.k.lar ham ta'sir etadi.

2.6-§. G'alvirlash samaradorligi va unga ta'sir qiluvchi omillar

G'alvirlash samaradorligi har xil kattalikdagi dastlabki zarrachalar aralashmasini g'alvirlovchi yuzada qay darajada ajralishini xarakterlovchi kattalikdir. Umumiy holda, g'alvirlash samaradorligi ma'lum sinfnig g'alvir osti mahsulotidagi miqdorini shu sinfnig dastlabki mahsulotdagi miqdoriga nisbatini ko'rsatadi.

$$E = Q_{g'.o.} / Q_{d.m.} * 100, \% \quad (2.11)$$

G'alvir osti mahsuloti deb, dastlabki mahsulotning g'alvirlovchi yuza teshiklaridan kichik o'lchamli mahsulotga aytiladi. Agar dastlabki mahsulotdagi g'alvir osti mahsulotning umumiy miqdori

(shu mahsulot uchun granulometrik tarkib egri chizig'idan), va uning og'irligi Q_d ma'lum bo'lsa, g'alvirlash samaradorligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$E = 10^4 Q_{g'.o.} / Q_d * \alpha \quad (2.12)$$

Real sharoitda uzluksiz ishlaydigan boyitish fabrikalaridagi g'alvir osti mahsulotining og'irligini (massasini) aniqlash qiyin, shuning uchun g'alvirlash samaradorligi g'alvir usti mahsuloti tarkibidagi g'alvir osti mahsulotining miqdori, Q bilan hisoblanadi. Bu holda g'alvirlash samaradorligini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$E = 10^4 (\alpha - \theta) / \alpha 100 - \theta \quad (2.13)$$

Shunday qilib, g'alvirlashga tushayotgan mahsulot tarkibidagi ostki (quyi) sinf miqdorini bilgan holda, shu sinfnig g'alvir usti mahsulotidagi miqdorini aniqlab, g'alvirlash samaradorligini hisoblab topish mumkin.

G'alvirlash samaradorligi g'alvir ishining mexanik, texnologik parametrlariga va g'alvirlanayotgan mahsulot xossasiga, g'alvirning ish tartibiga, g'alvirlash vaqtiga, g'alvirlovchi yuzaning ko'rinishi va holatiga, g'alvirning ishlab chiqarish quvvatiga, mahsulotning namligiga va h.k. larga bog'liq.

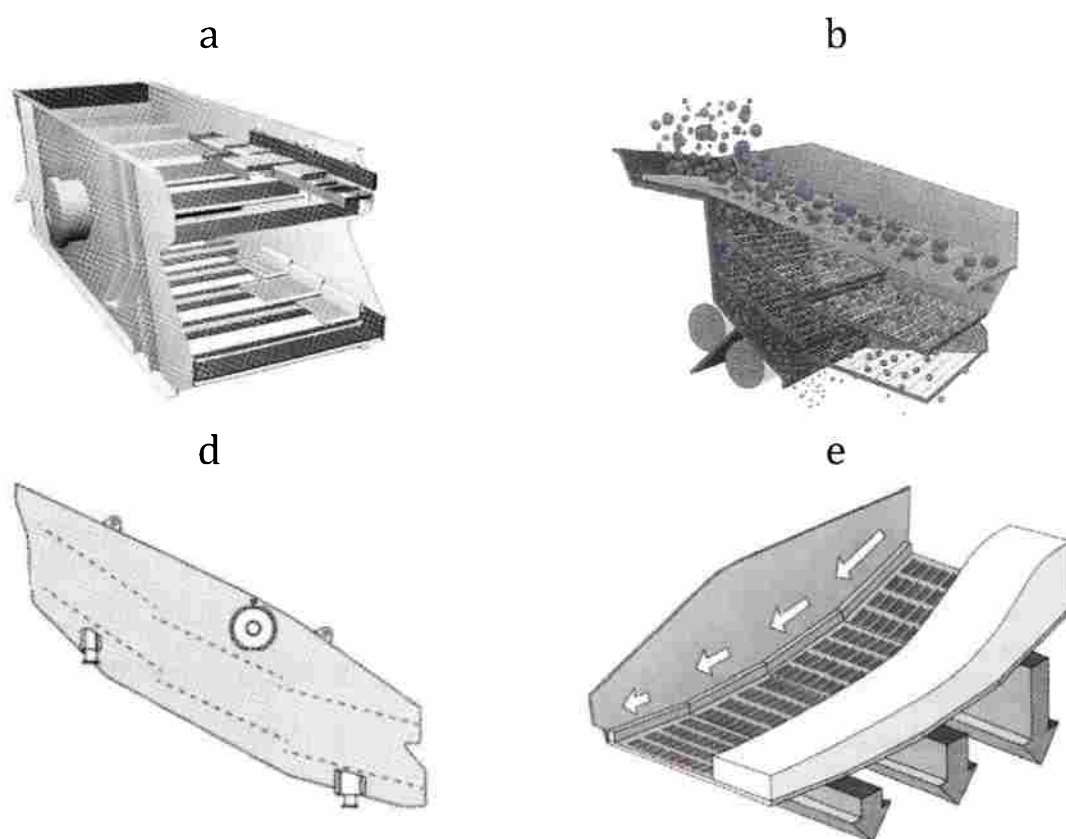
2.7-§. G'alvirlarning turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari

G'alvirlar geometrik shakli, g'alvirlovchi yuzaning xususiyati, uning gorizont tekislikka nisbatan joylashishi bilan bir-biridan farq qiladi. G'alvirlovchi yuzaning shakliga qarab yassi, silindrsimon (barabanli) yoki yoysimon shakldagi g'alvirlar mavjud. G'alvirlovchi yuzaning joylashishiga qarab gorizont va qiya, ba'zi hollarda vertikal g'alvirlarga bo'linadi.

Mahsulotning g'alvirlovchi yuza bo'ylab harakatlanish xususiyatiga qarab qo'zg'almas (ba'zi hollarda g'alvirlovchi yuza

ba'zi elementlarining harakatlanishi), aylanma harakatli qo'zg'aluvchi va to'g'ri chiziqli harakatlanuvchi qo'zg'aluvchi g'alvirlarga bo'linadi.

G'alvirlarning ko'p turlari mavjud bo'lib, ular quyida keltirilgan to'rtta turga mansub bo'ladi. Ulardan dunyoda ishlatilayotgan deyarla 80 foizi bitta qiya qismdan iborat g'alvir turiga to'g'ri keladi. Qolganlari esa ikkita va uchta qiya qismdan iborat g'alvir turiga va turli maqsadli vazifalarni bajarishda ishlatiladigan ko'pqiya qismdan iborat g'alvirlar turlariga to'g'ri keladi [3].



17-rasm. G'alvirlarning turlari.

a – bitta qiya qismdan iborat g'alvir; b – ikkita qiya qismdan iborat g'alvir; d – uchta qiya qismdan iborat g'alvir; e – ko'p qiya qismdan iborat g'alvir

Bitta qiya qismdan iborat g'alvirlar ikki turga bo'linadi: aylanma titramali g'alvirlar (15° qiya o'rnatiladi) va to'g'ri chiziqli titramali g'alvirlar ($0-5^\circ$ qiya o'rnatiladi). Ikkita qiya qismdan

iborat g'alvirlar ixcham va kam tanlovchanlik evaziga unumdorligi yuqori. Uchta qiya qismdan iborat g'alvirlar tanlovchanlik va yuqori unumdorlikni o'zida mujassamlashtirgan. Ko'pqiya qismdan iborat g'alvirlar mayin mahsulotni g'alvirlashda samarali ishlatilib, ko'mir va metall tarkibli rudalarni g'alvirlash uchun ko'proq qo'llaniladi (17-rasm).

Foydali qazilmalarni g'alvirlashda ishlatiladigan g'alvirlar quyidagi guruhlarga bo'linadi: qo'zg'almas panjaralar, valli aylanuvchi, barabanli, yassi tebranuvchi; yarim titrama; titrama aylanma; titrama to'g'ri chiziqli; yoysimon va h.k.

Hamma g'alvirlar yengil, o'rta va og'ir turdagi g'alvirlarga bo'linadi.

Ular sochma zichligi 1,16 dan 2,7 t/m³ gacha bo'lgan mahsulotlarni g'alvirlash uchun ishlatiladi. Ular harflar va sonlar bilan belgilanadi:

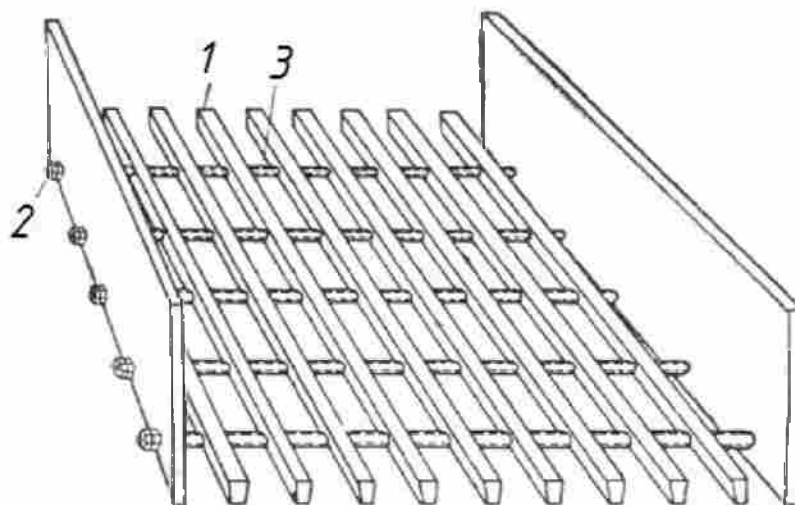
G' – g'alvir; I – inertsiyali; S – o'z-o'zini muvozanatlovchi (samobalansniy); R – rezonansli; L – yengil turdagi; T – og'ir turdagi; harflardan keyingi birinchi son g'alvirning enini ko'rsatadi:

1 – 750 mm; 2 – 1000 mm; 3 – 1250mm; 4 – 1500 mm; 5 – 1750 mm; 6 – 2000 mm; 7 – 2500 mm; 8 – 3000 mm; 9 – 3500 mm; 10 – 1000 mm; undan keyingi son – g'alvir to'rlarining soni [2].GIT – 41 – og'ir turdagi inersiyali g'alvir, g'alvirning eni 1500 mm 1 ta elovchi yuzali. GIL – 32 – yengil turdagi inersiyali g'alvir, g'alvirning eni – 1250 mm, 2 ta elovchi yuzali.

Qo'zg'almas panjarali g'alvirlar.

Qo'zg'almas panjarali g'alvirlar alohida orasi ochiq panjaralardan tashkil topib, gorizontga nisbatan 40-45° burchak ostida rudani g'alvirlash uchun, 30-35° burchak ostida ko'mirni g'alvirlash uchun o'rnatiladi. Mahsulot panjaraning yuqori qismiga berilib o'z oqimi bilan harakatlanadi, bunda mayda mahsulot panjara orasidan o'tib, yirik mahsulot esa panjara ustidan ajratiladi. Bunday g'alvirlar yirik mahsulotni g'alvirlash uchun

ishlatiladi. Ikkita panjara orasidagi masofa 50 mm va undan ortiq bo'lishi kerak (18-rasm).



18-rasm. Qo'zg'almas panjarali g'alvirlar:

1 – panjara; 2 – siquvchi boltlar; 3 – tirgak sterjenlar.

G'alvirning kengligi dastlabki mahsulotdagi eng katta bo'lak o'lchamidan kamida 2-3 marta katta, uzunligi esa kengligidan 2 marta katta bo'lishi kerak. G'alvirlovchi panjaralarning panjaralari turli xil ko'rinishga (profil) ega bo'lishi mumkin: trapetsiyasimon, dumaloq, kvadrat, "T" xarfi (tavr) ko'rinishida va h.k. Panjara sifatida oddiy temir yo'l relslari ham ishlatilishi mumkin. Panjaralar bir-biridan ma'lum masofada parallel holda joylashtiriladi va bir-biri bilan boltlar orqali mahkamlanadi (19-rasm).

G'alvirlovchi panjaralarda g'alvirlash samaradorligi 60-70% ni tashkil qiladi.

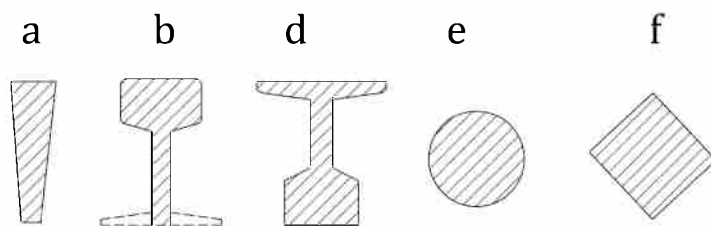
G'alvirlovchi panjaralarning ishlab chiqarish quvvati g'alvirning o'lchamiga, mahsulotning xossasiga va panjaralar orasidagi masofaga bog'liq.

G'alvirlovchi panjaraning ishlab chiqarish quvvati quyidagi empirik formula bilan hisoblanadi

$$Q = 2,4 F a \quad (2.14)$$

bu yerda: F – panjaraning yuzasi, m^2 ;

a – panjaralar orasidagi masofa, mm.



19-rasm. G'alvirlovchi panjaralarning kesimi:

a – trapetsiya ko'rinishidagi; b – kesilgan taglik rels; d – yuqori taglik rels;
e – dumaloq; f – kvadrat.

Boyitish fabrikalarida g'alvirlovchi panjaralar asosan yirik va o'rta maydalash maydalagichlaridan oldin o'rnatiladi.

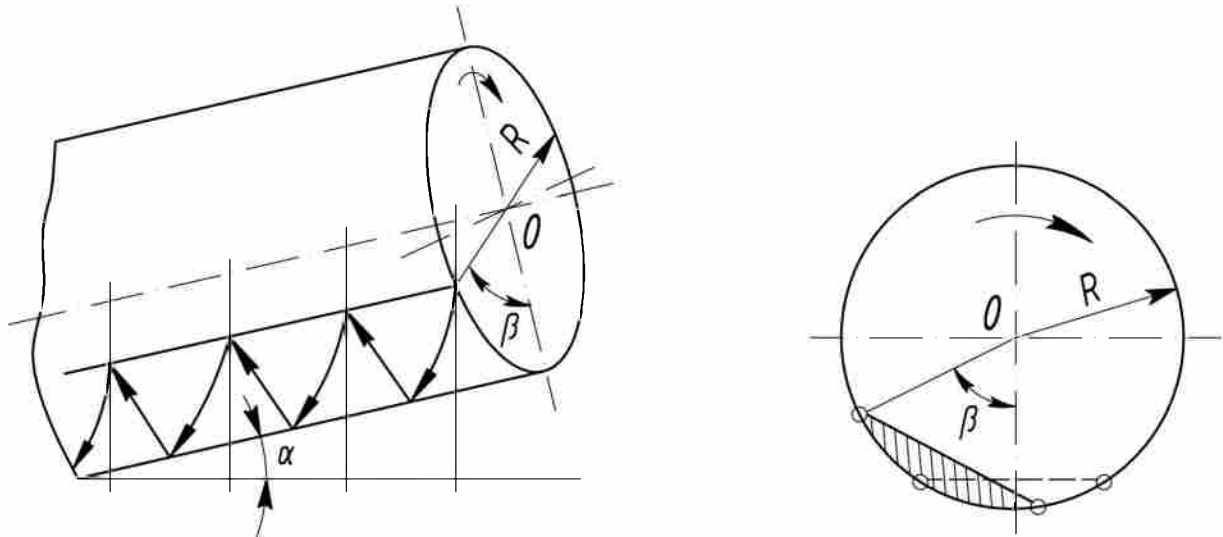
G'alvirlovchi panjaralarning afzalliklari: sodda tuzilishga egaligi va xizmat ko'rsatishning qulayligi; elektr energiyasi sarflanmasligi, korxonada uni xilma-xil materiallardan (eski rels, balka) tayyorlash mumkinligi, ularga mahsulotni avtomashina, temir yo'l vagonlari va h.k. dan bevosita tushirib olish mumkinligi.

Biroq g'alvirlovchi panjaralar o'rnatish uchun binoning baland bo'lishi talab qilinadi va ularda g'alvirlash samaradorligi past.

Barabanli g'alvirlar.

Barabanli g'alvirlarning ishchi maydoni silindr yoki kesik konus shaklida bo'lib, odatda teshik-teshik listlardan yig'iladi. Silindr barabanining o'qi gorizontga nisbatan 4-7° ga qiya holda, konusli barabanning o'qi esa gorizont o'rnatiladi.

Dastlabki mahsulot baraban ichiga yuqori qismidan beriladi. Bunda baraban teshiklaridan kichik o'lchamdagi mahsulot o'tib ketadi, yirik mahsulotlar esa barabanning ichida pastga tomon harakatlanadi (20-rasm).



20-rasm. Barabanli g'alvirlarning sxemasi.



21-rasm. Barabanli g'alvirlarning ishlatilishi.

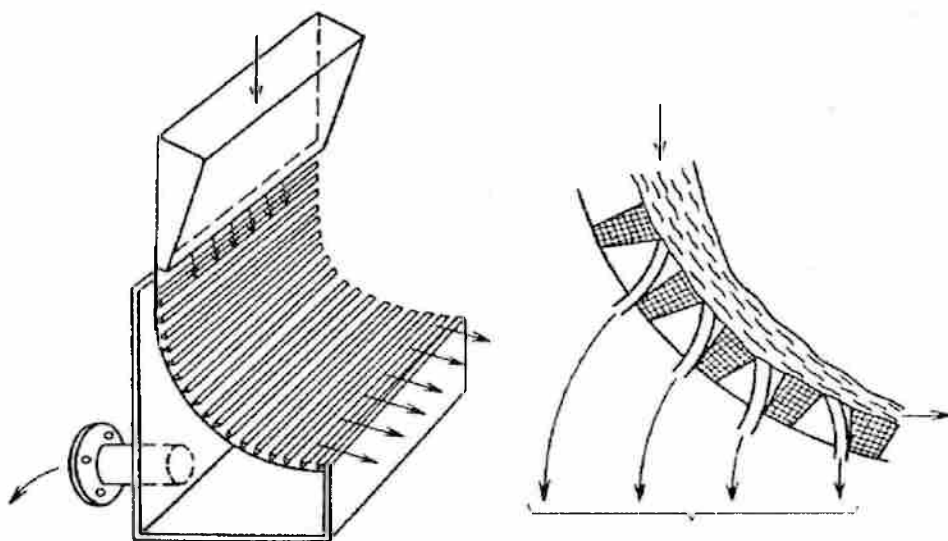
Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 25-50% ini tashkil etadi.

G'alvir barabanining diametri 500 dan 3000 mm gacha, uzunligi 2000 dan 15000 mm gacha, teshiklarining o'ichami 3 dan

75 mm gacha. Barabanli g'alvirlar asosan loyli rudalarni elash va yuvishda qo'llaniladi.

Yoysimon g'alvirlar

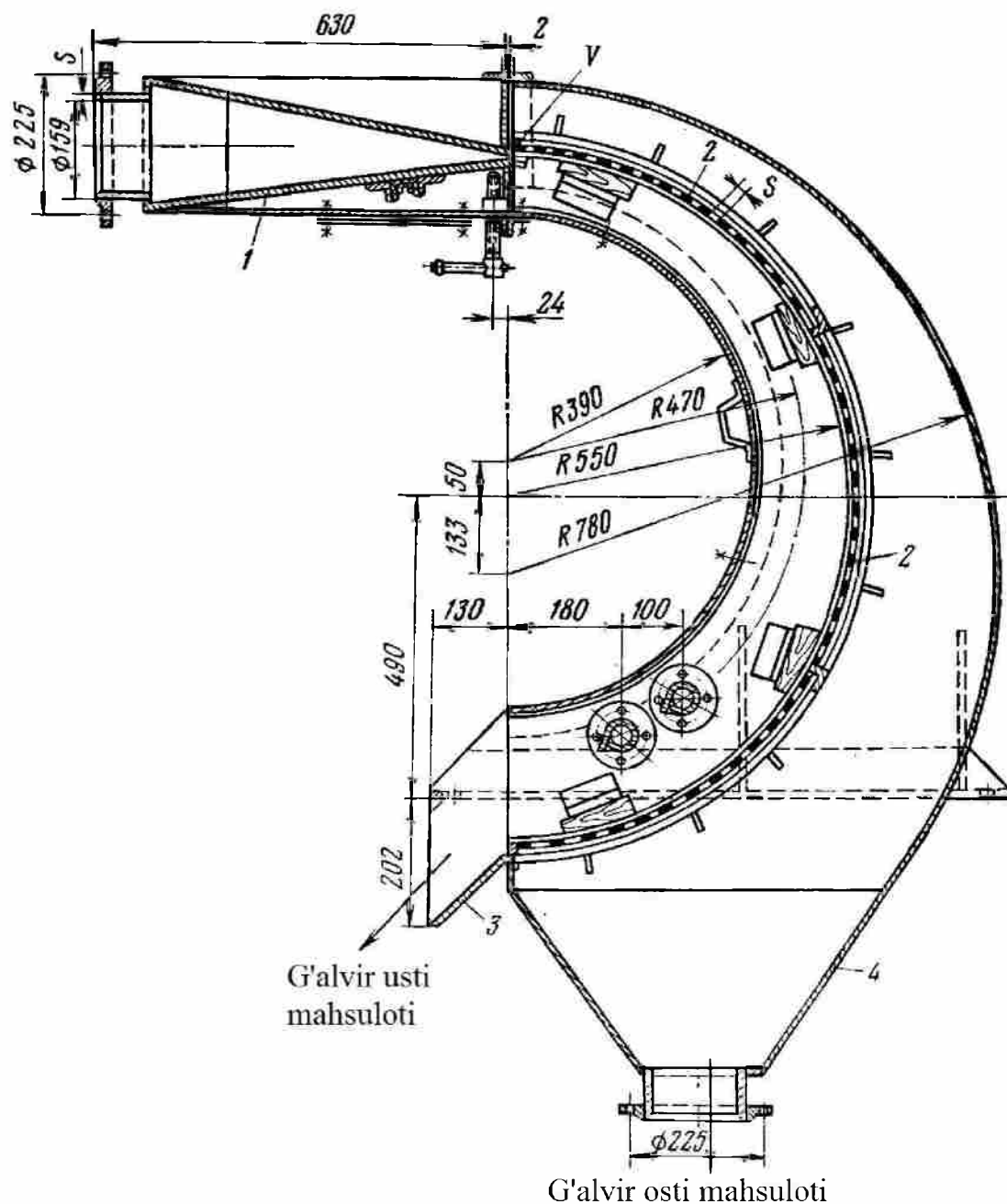
Yoysimon g'alvirning ishchi yuzasi bir-biriga parallel va mahsulot oqimiga ko'ndalang joylashgan trapetsiya kesimi ko'rinishidagi simlardan tashkil topgan. Tirqishsimon simlardan shunday tarzda tuzilgan g'alvir bukilgan va silindrik yuzaning bir qismini tashkil etadi (22-rasm), bunda simlar silindrning yasovchisi bo'ylab o'tadi. Yoy yuzasining markaziy burchagi aylananing choragini (90°) tashkil etadi, ba'zi turlarida esa 270° ga yetadi. Simning egrilik radiusi 500-600 mm atrofida. G'alvirning ishchi yuzasi taxminan 1m^2 .



22-rasm. Yoysimon g'alvir.

Dastlabki mahsulot bosim ostida simning yuqori qismiga urinma bo'ylab beriladi. Bo'tananing g'alvir bo'ylab aylanma harakati natijasida hosil bo'lgan markazdan qochuvchi kuch suvni va mayda zarrachalarni g'alvir tirqishlaridan o'tib samarali ajralishiga ta'sir qiladi.

Ostki mahsulotning yirikligi tirqish kengligidan taxminan ikki marta kichik. 0,3-0,7 mm tirqishli g'alvirning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi $70-150 \text{ m}^3/\text{soat} \cdot \text{m}^2$, elash samaradorligi 35 dan 90 % gacha.



23-rasm. SD2A yoysimon g'alviri:

1 – dastlabki mahsulot uchun quvur, 2 – yoysimon panjara, 3 – g'alvir usti mahsuloti uchun tarnov, 4 – g'alvir osti mahsuloti uchun quti.

Simlarning ishlash muddati mahsulotning xususiyatiga va simlarning o'lchamiga, ishlab chiqarish unumdorligi va bo'tanadagi zarrachalarning abraziv xususiyatlariga bog'liq. Rudali bo'tanalarda yoysimon g'alvirlarning ishlash muddati 30-40 kun.

Yassi tebranuvchi g'alvirlar

Uzatish mexanizmi, qutisi va ramasi orasida qattiq bo'lmagan kinematik bog'lanishli tez yurar tebranuvchi g'alvirlar asosan boyitish mahsulotlarini suvsizlantirishda ishlatiladi.

Yassi tebranuvchi g'alvirlar 2 ta ketma-ket gorizontall joylashgan qutidan iborat bo'lib, qiya holdagi sharnirli tayanchga tayanadi (har qaysi qutiga 4 tadan). Ekssentrik uzatma val va tayanchlar bir-biri bilan sharnirli bog'langan. Val tasmasi uzatma orqali elektr dvigatelidan harakatga keltiriladi. Val rama bilan 2 ta amortizatsion prujinalar orqali bog'langan.

Harakat ikki juft shatunlar yordamida valdan qutichalarga uzatiladi. Qutilarning harakatlanuvchi massasini muvozanatlashtirish uchun eksentrisitetlar bir-biridan 180° ga siljirilgan [2, 3].

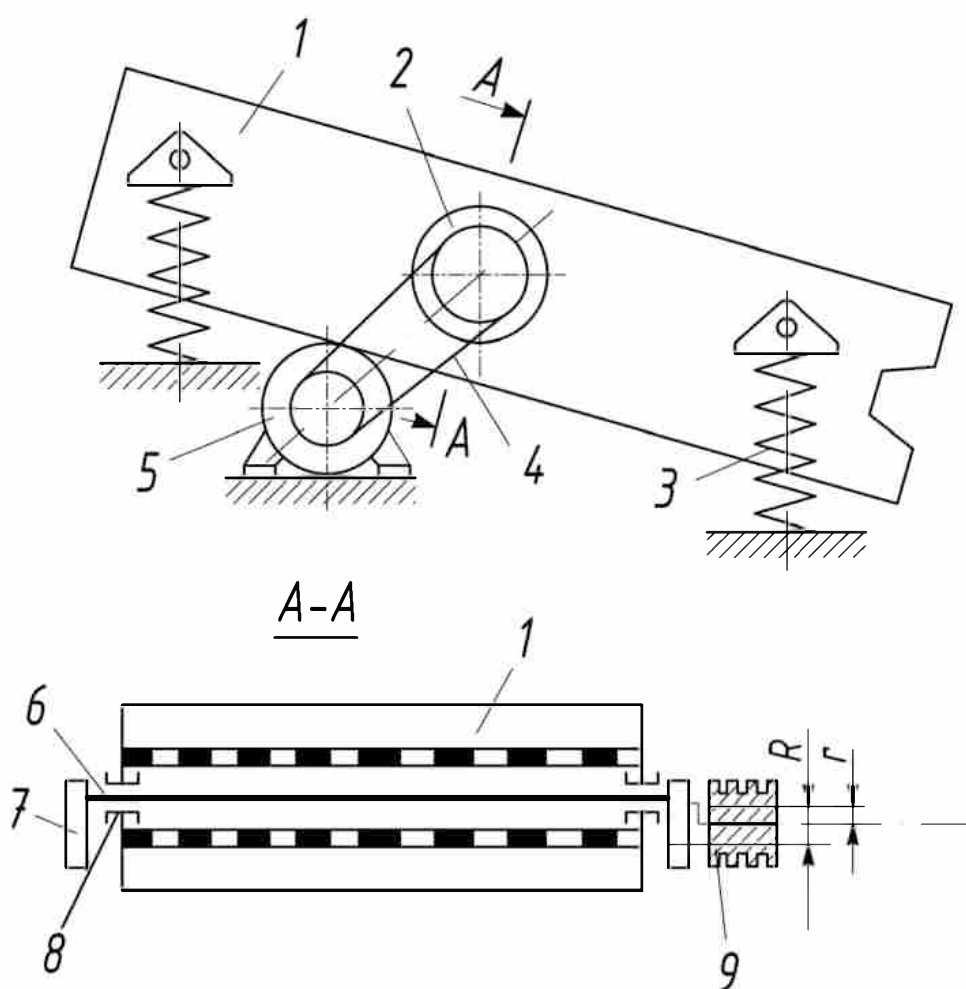
G'alvir quyidagi texnik xarakteristikalariga ega: qutining bir minutdagi tebranishlari soni 400-450; tebranish amplitudasi 14-26 mm; 2 ta to'rning maydoni $7,5 \text{ m}^2$; ko'mirli boyitmani suvsizlantirishdagi ishlab chiqarish unumdorligi 20-25 t/soat, ko'mirli shlamlar uchun 12-13 t/soat.

Qutisi aylanma harakatlanuvchi titrama (inersion) g'alvirlar

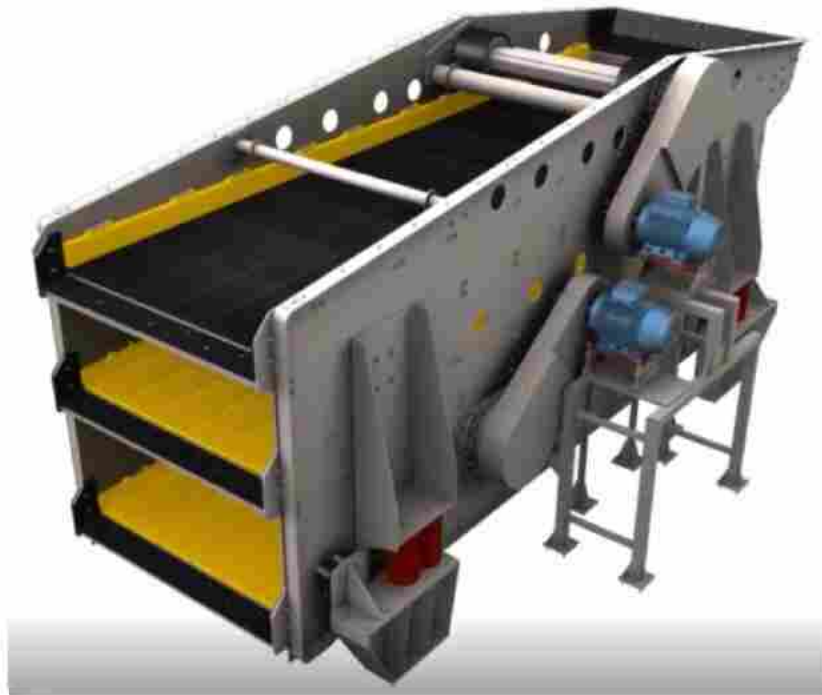
Inersion titrama qo'zg'atuvchili titrama g'alvirlar boyitish fabrikalarida turli xil mahsulotlarni g'alvirlash va suvsizlantirish uchun qo'llaniladi. Ular sodda tuzilishga ega, oson boshqariladi va ishlatishda ishonchli. Egiluvchan tayanch yoki unchalik qattiqmas prujinali osilgichlarni qo'llash g'alvirning asosi va binoning tomiga tushadigan dinamik yukni sezilarli darajada kamayishini ta'minlaydi.

Inersion g'alvirlar osilma va tirgakli tarzda tayyorlanadi. G'alvirlar osilma tarzda tayyorlanganda osilgichlarning qattiqligi gorizontali yo'nalishda juda kam bo'lgani uchun, g'alvir ishga tushirilayotgan va rezonans paytida tebranishlar asosan vertikal yo'nalishda bo'ladi (24-rasm).

G'alvirlar tirgakli (tayangan) tarzda tayyorlanganda prujinalar gorizontali yo'nalishda ma'lum qattiqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun rezonans tebranishlar quti bo'ylab sodir bo'ladi. Rezonans uzoq muddat davom etmaydi, keyin ularning amplitudasi kamayadi.

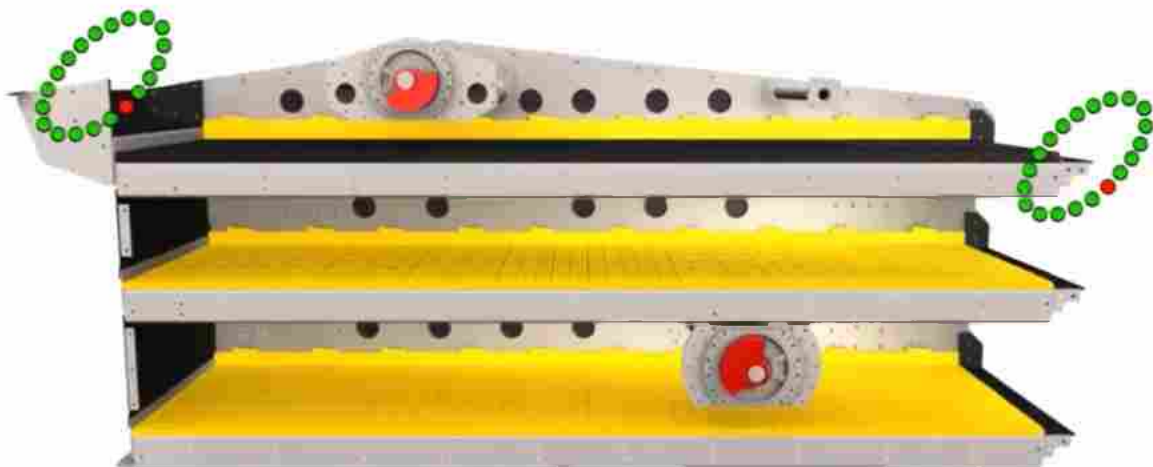


24-rasm. Qutisi aylanma harakatlanuvchi titrama (inersion) g'alvirlar: 1 – to'rlar o'rnatilgan quti; 2 – titrama qo'zg'atuvchi; 3 – prujinali tayanch; 4 – tasmali uzatma; 5 – elektrodvigatel; 6 – val; 7 – muvozanatlovchi; 8 – valning podshipniklari; 9 – shkviv.



25-rasm. Inersiyali g'alvirning umumiy ko'rinishi

G'alvir rezonansdan tashqari tartibda ishlay boshlaydi. G'alvir to'xtaganda tebranishlar amplitudasi ishchi qiymatdan 0 gacha o'zgaradi. Inersion g'alvirlarning quyidagi turlari mavjud: yengil turdagi g'alvirlar - GIL-32; GIL-42; GIL-43; GIL-52; GIT-52. O'rtacha turdagi g'alvirlar - GIS-42; GIS-52; Og'ir turdagi g'alvirlar - GIT-32 N, GIT-41, GIT-41 A, GIT-42 N, GIT-51 B va h.k.





26-rasm. Qutisi aylanma harakatlanuvchi inersion g'alvirning yon tomonidan qirqimda ko'rinishi.

Yarim titrama g'alvirlar

Yarim titrama g'alvirlar to'r o'rnatilgan qutini eksentrik val yordamida vertikal tekislikda aylanma harakatlanishi bilan xarakterlanadi.

Qo'zg'almas ramaga podshipniklarda gorizontol holda eksentrik val o'rnatilgan. G'alvir qutisiga tebranuvchi podshipnik mahkamlangan. Quti unga tortilgan to'r (2 ta yoki 3 ta ham bo'lishi mumkin) bilan gorizontga nisbatan 20-30° burchak ostida o'rnatiladi va shunday holatda amortizatorlar yordamida ushlab turiladi.

Valga harakat ramaga o'rnatilgan elektrodvigateldan uzatma va shkv orqali beriladi. G'alvir qutisi vertikal tekislikda kichik radiusli aylanma harakat qiladi.

Qutining tebranishlar amplitudasi va harakat traektoriyasi faqat o'rta qismi uchungina doimiydir. Qutining elliptik traektoriya bo'yicha harakatlanuvchi chetki qismlari o'rta qismining tebranish amplitudasiga nisbatan erkinroq tebranish va amplitudaga ega.

Quti chetlarining harakatlanish xarakteri amortizatorlarning qattiqligi bilan aniqlanadi.

Yarim titrama g'alvirlar og'ir (GGT) va o'rta (GGS) turda tayyorlanadi. Ular yirik bo'lakli (400 mm gacha) hamda mayda (1 mm gacha) mahsulotni g'alvirlashda ishlatiladi.

Yarim titrama g'alvirlarda tebranishlar amplitudasining beriladigan mahsulot og'irligiga bog'liq emasligi bu g'alvirlarni og'ir sharoitda yuqori ishlab chiqarish unumdorligi bilan ishlatishga (1500 t/soat) imkon beradi.

Bu g'alvirlarning kamchiligi: tuzilishining murakkabligi (valda 4 ta podshipnik borligi, ularni aniq o'rnatishning murakkabligi va h.k.). Shuning uchun bu g'alvirlar keyingi yillarda tuzilishi soddaroq titrama g'alvirlar tomonidan siqib chiqarilmoqda.

2.8-§. G'alvirlarning ish unumdorligi

G'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligi bir qator omillarga bog'liq: dastlabki mahsulotning granulometrik tarkibi; mahsulotning namligi; g'alvir teshiklarining o'lchami; talab qilinadigan g'alvirlash samaradorligi; g'alvirning mexanik ish tartibi.

Ishlab chiqarish unumdorligi va g'alvirlash samaradorligi orasida teskari bog'liqlik mavjud - ishlab chiqarish unumdorligi ortgan sari shu sharoitning o'zida g'alvirlash samaradorligi kamayadi.

G'alvirlarni texnologik hisoblash berilgan ishlab chiqarish unumdorligi va g'alvirlash samaradorligida g'alvirlovchi yuzaning o'lchamini aniqlashdan iborat.

G'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligini aniqlash uchun bir qator formulalar taklif qilingan. Ularning hammasi:

$$Q = q F k \delta_c \quad (2.15)$$

formulasining turli ko'rinishidir.

bu yerda: q - g'alvirning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi, m^3/m^2 s.;

δ_s - mahsulotning sochma zichligi, t/m^3 ; F - g'alvirning ishchi yuzasi, m^2 ;

k - tuzatish koeffitsienti

Quyida g'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligini aniqlashning bir necha usullari beriladi.

G'alvirning dastlabki mahsulot bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat da.

$$Q = F q \delta_c k l m o p \quad (2.16)$$

bu yerda: F - g'alvirning ishchi yuzasi, m^2 ; q - g'alvirning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi, m^3/m^2 s.; δ_s - mahsulotning sochma zichligi, t/m^3 ; k, l, m, o, p - tuzatish koeffitsientlari (katalogdan)

Agar g'alvir ko'zining o'lchami noma'lum bo'lsa:

$$F = 0,85 L B \quad (2.17)$$

bu yerda: L va B - g'alvirlovchi qutining uzunligi va kengligi, m.

Agar g'alvirning texnik xarakteristikasida g'alvir ko'zining o'lchami keltirilgan bo'lsa, formuladagi 0,85 tushirib qoldiriladi.

Dastlabki mahsulotning chiziqli xarakteristikasida (ruda bir tekis kattalikka ega) Q ni aniqlash uchun soddalashtirilgan formula ishlatiladi:

$$Q = q \delta k l \quad (2.18)$$

Bu parametrlarning qiymati yangi katalogdan topiladi.

Ikki to'rli g'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligi yuqori va pastki g'alvir bo'yicha alohida-alohida hisoblanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. G'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligi qanday omillarga bog'liq?
2. G'alvirlarning ishlab chiqarish unumdorligini aniqlash formulasi qanday?
3. G'alvirlarning ish unumdorligi deb ?
4. Qutisi aylanma harakatlanuvchi titrama (inersion) g'alvirlar haqida ma'lumot bering ?
5. G'alvirlash jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar ?

III BOB

MAYDALASH JARAYONI

3.1-§. Maydalash jarayonlari haqida umumiy ma'lumotlar

Boyitish fabrikasiga ruda har xil o'lchamdagi bo'laklar holda kelib tushadi.

Rudaning yiriklik xarakteristikasi yoki uning granulometrik tarkibi konni qazib olish usuliga, rudaning qattiqligiga, konning sanoat quvvatiga va h.k. larga bog'liq.

Rudani boyitishdan oldin foydali qazilma minerallari va bo'sh tog' jinslari ularni erkin va bir-biridan ajralgan holda ko'rsatila olishi mumkin bo'lgan yiriklikka (o'lchamga) keltirilishi zarur. Rudani boyitishdan oldin tayyorlash uchun maydalash va yanchish jarayonlari qo'llaniladi [2, 3].

Fizikaviy mohiyati jihatidan bir xil jarayonlar hisoblanuvchi maydalash va yanchish bir-biridan bu jarayonlarga tushuvchi va ulardan chiquvchi mahsulotlarning o'lchamiga qarab shartli ravishda farq qiladi.

Maydalash jarayoniga mahsulot 1500 mm gacha o'lchamda tushib, maydalangan mahsulot 10-15 mm o'lchamda bo'ladi. Ruda o'lchamini 0,074 mm gacha kichraytirish yanchish jarayonida amalga oshiriladi.

Rudani boyitishdan oldingi eng so'nggi o'lchami qo'llaniladigan boyitish usuliga bog'liq.

Bu o'lcham har qaysi foydali qazilmalar uchun uni boyitilishga tekshirish jarayonida tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Foydali mineral zarracha yuzasi qancha to'liq ochilsa, boyitish shuncha samaraliroq bo'ladi. Shu bilan bir vaqtda o'ta yanchilishga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki bunda foydali komponent o'ta mayinlashib shlamlar holiga o'tib, boyitish jarayonida boyitmaga ajralmaydi va chiqindilar tarkibida yo'qoladi.

Undan tashqari, o'ta yanchilish elektr energiyasining ortiqcha sarflanishiga, maydalagich va tegirmonlarning tez ishdan chiqishiga, ularning ish unumdorligini pasayishiga va boyitish ko'rsatkichlarining yomonlashuviga olib keladi.

Maydalash va yanchish jarayonlari juda qimmat turadigan jarayonlar hisoblanadi. Ularga rudani boyitish uchun ketadigan xarajatlarning 60 % dan ortig'i sarflanadi. Shuning uchun maydalashda "Hech narsa ortiqcha maydalanmasin va yanchilmasin" degan qonunga amal qilinadi. Shu maqsadda maydalash bosqichli tarzda amalga oshiriladi.

Maydalash va yanchish jarayonlari ko'mirni chang holida yoquvchi stansiyalarda, sement zavodlarida, ko'mirni kokslash uchun tayyorlashda koks kimyoviy zavodlarida, ohak, dolomit va boshqa mahsulotlarni maydalashda metallurgik zavodlarda, yo'l qurilish sanoatida qum-shag'al tayyorlashda va h.k.larda ham ishlatiladi. Bu hollarda maydalash va yanchish mahsulotlarining yirikligi keyingi texnologiyaning talablari asosida o'rnatiladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Rudaning yiriklik xarakteristikasi yoki uning granulometrik tarkibi nimalarga bog'liq?

2. Maydalash va yanchish jarayonlari bir biridan qanday farq qiladi?

3. Maydalash va yanchish jarayonlari juda qimmat turadigan jarayonlar bo'lib ular boyitish uchun ketadigan xarajatni necha foizini tashkil qiladi?

3.2-§. Maydalash jarayonining nazariy asoslari

Parchalanishda ichki bog'lanish kuchlarini yengish uchun sarflangan energiyani aniqlash maydalash va yanchish nazariyasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Ma'lumki, ko'pgina qattiq kristall jismlar, shu jumladan, tog' jinslari ham polikristall hisoblanadi, ya'ni juda ko'p sonli birlashib ketgan mayda kristall zarrachalardan iborat.

Bog'lanish kuchining turlariga qarab ionli, atomli; metalli, molekular va vodorod bog'li kristallar mavjud. Ion bog'lanishli kristallarda kristallik panjaraning tugunlarida ionlar joylashadi. Bog'lanish qarama-qarshi ishorali ionlarning o'zaro elektr ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'ladi. Ionlar orasidagi o'zaro ta'sirlashuv kuchi qancha katta bo'lsa, kristallarning qattiqligi shuncha yuqori bo'ladi.

Atom bog'lanishli kristallar panjaralarining tugunlarida atomlar joylashib, ularning orasida kovalent kimyoviy bog' mavjud. Kovalent bog'lanish asosida har qaysi atomdan bittadan elektron olib valent elektronlarning umumiy juftligini hosil qilish yotadi. Metall bog'lanishli kristallarda metall ionlari orasidagi bog'lanish hamma kristallar uchun umumiy bo'lgan elektron buluti orqali ta'minlanadi. Molekular bog'lanishli kristallar kristall panjara bo'g'imlariga nisbatan kuchsizroq Van-der-Vals kuchlari bilan ushlanib turuvchi molekular borligi bilan xarakterlanadi. Vodorod bog'lanishli kristallarda molekulararo bog'lanish vodorod atomlari orqali amalga oshadi. Bog'lanishning Van-der-Vals kuchlari kovalent va ion bog'lanishga nisbatan ikki marta va vodorod bog'lanishga nisbatan bir marta kuchsizroqdir. Metall bog'lanish kovalent va ion bog'lanishga nisbatan bir muncha kuchsizroq.

Real kristallar kristall panjaradagi buzilishlarga ega bo'lib, ular nuqsonlar deb ataladi. Bu nuqsonlar nuqtali, bir o'lchamli va ikki o'lchamli bo'lishi mumkin. Nuqtali nuqsonlar o'z navbatida energetik, elektrli va atomli nuqsonlarga bo'linadi. Ularning orasida eng ko'p tarqalgani energetik nuqsonlar hisoblanib, ular issiqlik harakati yoki radiatsiya orqali hosil bo'ladi, elektron nuqsonlar elektronlarning ortib ketishi yoki yetishmasligi sababli (kristallardagi to'ldirilmagan valent bog'lar-teshiklar) yoki eksitonlar (Kulon kuchlari bilan bog'langan elektron va teshiklardan tarkib topgan

juftlashgan nuqsonlar) ning borligi tufayli hosil bo'ladi. Atomli nuqsonlarga atomlarning kristall panjara tugunlaridan tugunlar oralig'iga siljishi misol bo'ladi. Bir o'lchamli (chiziqli) nuqsonlar atom tekisligining o'zaro dislokatsiyasi (siljishi) dan hosil bo'lsa, ikki o'lchamli nuqsonlar chiziqli dislokatsiya qatorlari siljishidan hosil bo'ladi.

Nuqtali nuqsonlar har qanday real kristallda mavjud bo'lib, ular issiqlik harakati natijasida molekulalarning joylashishidagi tasodifiy o'zgarish natijasida doimo tug'ilib va yo'q bo'lib turadi. Panjaraning atomli nuqsonlari kristallarning mexanik va boshqa xossalariga ta'sir qilishi mumkin. Siljish minerallarning fizik xossalariga atomli nuqsonga nisbatan ko'proq darajada ta'sir qiladi. Kuchlanishlar ta'siri ostida siljishlar yengil harakatlanishga ega bo'ladi va o'zaro hamda panjaraning boshqa nuqsonlari bilan jadal ta'sirlashadi. Harakatdagi siljishlarning to'siqlar bilan (zarrachaning qirrasini, boshqa siljishlar va h.k) ta'sirlashuvi natijasida siljishlar (dislokatsiya) ning ko'payishi sodir bo'ladi.

Nuqsonlar konsentratsiyasining ma'lum bir qiymatgacha ortishi kristallar mustahkamligining kamayishiga olib keladi. So'ngra nuqsonlar siljishlar harakatini qiyinlashtiradi va bu mustahkamlovchi omil sanaladi.

Tog' jinslarini maydalash va yanchish ularni siqilish va siljishdagi mustahkamlik chegaralaridan ortiq kuchlanishlarda darzlar va nisbatan kuchsizroq joylaridan parchalash orqali boshlanadi. Keyin esa bir jinsliroq massa parchalanadi.

Mo'rt qattiq jismlar odatda ularning Yung modulining ming ulushini tashkil qiluvchi kuchlanishda parchalanadi. Ma'lum chegaragacha kuchlanishning ortishi bilan mo'rt jismlarda darzlarining tarqalish tezligi ortadi. Harorat va siqiluvchi bosimning ortishi bilan parchalanish (yemirilish) jarayoni murakkablashib boradi, plastik deformatsiya sodir bo'lishi mumkin. Kuchning asta-sekin qo'yilishi parchalashdan oldin kamroq plastik deformatsiya hosil bo'lishiga olib keladi va tezroq qo'yilgandagiga nisbatan kamroq

energiya talab qiladi. Kuchlanish ishlatishining optimal tezligi zarbaning yo'nalishi va parchalanuvchi mahsulotning o'lchamiga bog'liq bo'lib, 40÷120 m/s orasida bo'ladi. Shuni hisobga olinganda, bolg'ali maydalagichlar boshqa turdagi maydalagichlarga nisbatan samaraliroq hisoblanadi. Mahsulotdagi zarrachalarning o'lchami kamaygan sari uni parchalash uchun ko'proq energiya talab qilinadi.

Shuni e'tiborga olish kerakki, zarrachaning parchalanishi faqat tashqi kuch ta'sirida emas, balki issiqlik energiyasi ta'sirida ham sodir bo'ladi.

Har xil minerallarning issiqlikdan kengayish koeffitsienti va ularning hajmiy kengayishi har xilligi tufayli tog' jinslari qizdirilganda, ayniqsa minerallarning birikkan chegaralari bo'ylab yanchilishi oson bo'ladi. Bunday hollarda yanchish uchun termomexanik effekt (magnitlovchi kuydirish, gaz purkash orqali yanchish va h.k.da) larni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Tog' jinslarini yanchishda ularning mustahkamligiga sirt faol moddalar ta'sir ko'rsatadi. Sirt faol moddalarning fizikaviy yutilishi natijasida qattiq jism yuzasida uning mustahkamligining pasayishi sodir bo'ladi (Rebinder effekti). Sirt faol moddalar mikrodarzlarga tushib, ularni birlashishiga qarshilik ko'rsatib, darzlar ichiga yorib kirish xususiyatiga ega. Rebinder effektining sodir bo'lishiga qattiq jism tuzilishidagi nuqsonlar ham ta'sir ko'rsatadi. Nuqsonlar bor joyda ortiqcha erkin energiya bo'lib, u qattiq jism molekulasi va sirt faol moddaning jadal ta'sirlashuviga olib keladi.

Tog' jinsining va sirt faol moddaning fizik-mexanik xossalari bog'liq holda yanchishning mexanik sharoitlari ham bu effektning kattaligiga ta'sir qiladi.

Sement klinkerlarini quruq yanchishda juda oz miqdorda sirt faol moddalar va suvning qo'shilishi tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini 13-17 % ga oshirgan, shuning uchun sement ishlab chiqarish sanoatida sirt faol moddalarini qo'shish joriy qilinmoqda.

Rudani suvli muhitda yanchish quruq yanchishga nisbatan samaraliroq.

Yanchishni ikki bosqichda amalga oshirish zarur: foydali qazilma yuzasini ochishga tayyorlash va ochish. Ochishga tayyorlashda foydali qazilmaning mexanik (taranglik) xossalarini o'zgartirishga erishish kerak.

Griffis-Orovan-Rebinderlarning mikrodarzlarning o'sishi haqidagi nazariyaga ko'ra foydali qazilmaning parchalanishi kristall panjaraning buzilgan joylaridan boshlanadi va quyidagi ketma-ketlikda boradi: muayyan joylarda kuchlanishning to'planishiga olib keluvchi nuqsonlarning yig'ilishi; mikrodarzlar ko'rsatkichlarining hosil bo'lishi; jismni bir necha qismga parchalanishi.

Agar iqtisodiy jihatdan mumkin va maqsadga muvofiq bo'lsa, mahsulotni ochishga tayyorlashning birinchi bosqichiga har taraflama siqish sharoitida egiluvchanlikni kamaytirish uchun issiqlik ta'sirini qo'shish kerak.

Ochish jarayonining ikkinchi bosqichi siljishlarning qo'shilishi va mikrodarzlarning tuzilishiga sharoit yaratishni ta'minlashi kerak. Turli elastiklikka ega rudali va noruda minerallarni mexanik usulda yanchish afzal.

Mustahkamlik chegarasidan kichik siquvchi va cho'zuvchi kuchlanish qo'yilganda qattiq jismda zarrachalararo yuza bo'ylab mikrodarzlar hosil bo'ladi. Bunday kuchlanishni tashqi havoli yoki suvli muhitning bosimini o'zgartirib, yoki yanchilayotgan mahsulot bo'laklarini ko'p marta urilishi orqali hosil qilish mumkin.

Zarba ta'sirida yanchilganda mahsulotning yangi yuzalarini hosil qilish uchun kerak bo'lgan energiya bu yuzaga uning dastlabki qiymatidan qat'iy nazar to'g'ri mutanosibdir.

Nazorat uchun savollar:

1. Maydalash jarayonidan asosiy maqsad?

2. Rudalarni maydalashda qanday dasgohlardan foydalaniladi?
3. Griffis-Orovan-Rebinderlarning mikrodarzlarning o'sishi haqidagi nazariyaga ko'ra foydali qazilmaning parchalanishi kristall panjaraning buzilgan joylaridan boshlanadi va u qanday ketma-ketlikda boradi?

3.3-§. Maydalash jarayonlarining tasniflanishi

Maydalash - bu foydali qazilma bo'laklari o'lchamini qattiq modda zarrachalarini o'zaro bog'lovchi ichki ushlab turuvchi kuchini yengadigan miqdordagi tashqi kuch ta'sirida kichraytirish jarayonidir.

Texnologik maqsadlarga ko'ra uch turdagi maydalash jarayonlari mavjud:

mustaqil – maydalash mahsuloti yakuniy (tijorat) hisoblanib, undan keyin qayta ishlashga tobe emas. Misol uchun, ko'mirni maydalash, sheben olish uchun tog' jinslarini maydalash va boshqalar;

tayyorlovchi – maydalangan mahsulot belgilangan o'lchamni oladi va navbatdagi qayta ishlashga yuboriladi. Masalan, boyitish uchun rudalarni maydalash;

tanlovchi – mahsulot komponentlaridan biri ahamiyatsiz mustahkamlik bilan ajralib turadi va boshqasidan ko'ra samaraliroq maydalanadi, keyinchalik ularni o'lchami bo'yicha ajratiladi.

Foydali qazilmalarni boyitishda maydalash va yanchish jarayonlari qimmatbaho komponent va bo'sh tog' jinslarini yuzalarini ochish orqali ajratish va dastlabki mahsulotning o'lchamini kerakli yiriklikkacha yoki qumoqlilik tarkibigacha etkazishdan iborat. Maydalash va yanchish o'lchamlarining chegarasi ajratib olinadigan qimmatbaho komponentlarning donadorlik o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Bu o'lcham har bir foydali qazilma uchun boyitishga tadqiq qilish jarayonida tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Jarayonning va maydalash-yanchish uskunalarining tasniflashi mahsulotni parchalash usuli bo'yicha amalga oshiriladi. Quyidagi usullar farqlanadi:

mexanik - mexanik kuchlardan foydalanish yo'li bilan amalga oshiriladi;

pnevmatik (portlovchi) - bug' yoki siqilgan havo energiyasidan foydalanish;

elektrohidravlik, elektrimpulsi, elektrotermik - elektr energiyasidan foydalanish;

aerodinamik (oqimli) - to'qnashuv oldidan material bo'laklarini tezlashtirish uchun gaz oqimi energiyasidan foydalanish;

ultratovushli - ultratovush energiyasidan foydalangan holda, material bo'laklarida rezonans tebranishni chaqirish orqali parchalash.

Qayta ishlash va boyitish korxonalarida maydalash va yanchish jarayonlarida asosan mexanik usullar qo'llaniladi.

Mexanik maydalash - bu ma'lum yiriklikdagi mahsulotni olish uchun tashqi mexanik kuchlar ta'siri ostida tog' jinslari zarralarini parchalash jarayonidir [2].

Maydalanuvchanlik - bu tog' jinslarining ko'plab mexanik xususiyatlarini (elastik, mustahkamlik, plastik, va hokazo) umumlashtiruvchi parametridir va tog' jinslarini maydalash jarayonining energiya sig'imini ifodalaydi.

Xorij amaliyotida maydalanuvchanlik alohida ruda bo'lagining ustiga tushuvchi yuklarning zarbalari natijasida parchalanish bo'yicha tajribalar orqali aniqlanadi. Ularning qulashi balandligi va massasi bo'yicha maydalashning zarba kuchi hisoblab chiqiladi va undan ish indeksi W_i aniqlanadi. Mexanobrda ishlab chiqilgan uslubga ko'ra maydalanuvchanlik ikkita parametr bilan tavsiflanadi: maydalashning toza ishi indeksi W_i^* va standart maydalagichdan chiqqan mahsulotning namunaviy xarakteristikasi bilan aniqlanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Maydalash – bu?
2. Texnologik maqsadlarga ko‘ra qanday turdagi maydalash jarayonlari mavju?
3. Maydalash jarajoni qanday parchalash usullari bo‘yicha amalga oshiriladi?

3.4-§. Rudalarning qattiqligi. Tog‘ jinslarning mexanik xossalari

Rudalarning qattiqligiga qarab tasnifi

Tog‘ jinslari o‘zining qattikligiga qarab 4 ta guruhga bo‘linadi: yumshoq, o‘rtacha, qattiq va o‘ta qattiq. Yumshoq rudalarga Prodotyakonov M.M. shkalasiga ko‘ra 5 dan 10 gacha mustahkamlik koefitsientiga ega tog‘ jinslari; o‘rtacha qattqlikka ega tog‘ jinslarga 10 dan 15 gacha koefitsientga, qattiq tog‘ jinslariga - 15 dan 18 gacha koefitsientga ega va o‘ta qattiq jinslarga 18 dan 20 gacha mustahkamlik koefitsientiga ega tog‘ jinslari kiradi.

Foydali qazilmalarning qattiqligi, shuningdek, Moosning qattqlik shkalasi bo‘yicha (tirnash usuli) ham aniqlanishi mumkin. Unga ko‘ra, qattiq tog‘ jinslarining (masalan, kvars, korund va h.k.) Moos bo‘yicha qattiqligi 6-10; o‘rtacha (ko‘mir, ohak) 2-5; yumshoq (talk, gips) 1-2 Moos bo‘yicha qattqlikka ega rudalar kiradi.

Tog‘ jinslarining mexanik xossalari

Maydalash va yanchish jarayonlari uchun tog‘ jinslarining muhim xarakteristikalarini bo‘lib mustahkamlik (qattqlik), maydalanuvchanlik, yanchiluvchanlik va abrazivlik (charxlash, silliqdash) hisoblanadi.

Tog‘ jinslarining mustahkamligi deb, uning tashqi kuch ta‘siri ostida mustahkamlikning ma‘lum chegarasigacha parchalanmaslik qobiliyatiga aytiladi. Maydalanuvchanlik tog‘ jinslari mexanik

xossalarning umumlashgan parametri bo'lib, ular maydalash jarayonining energiya sig'imi bilan xarakterlanadi. Maydalanish maydalagichning toza ish indeksi va standart maydalagich namunaviy bo'shatish xarakteristikasi bilan baholanadi. Bu ko'rsatkichlar o'lchami 50 (40)-b, mm (b-maydalagich bo'shatish tuynugining kengligi) li rudani kichik o'lchamli konusli yoki yuzali maydalagichda maydalash natijasida tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Maydalashga sarflangan energiyaning solishtirma sarfi maydalashning o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Bu usulning kamchiligi: katta miqdordagi namunaning ishlatilishi (150-300 t), maydalagichga doimiy yuklashni ta'minlashning qiyinligi, foydali quvvatni aniqlashning noaniqligi.

Yanchiluvchanlik laboratoriya tegirmonining solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi bilan baholanadi (yanchish bo'limida kengroq o'rganiladi). Abrazivlik tog' jinslarini maydalagich, tegirmon va boshqa mashinalarga ishqalanishi ta'sirida yemirilish qobiliyatini xarakterlaydi.

Tog' jinslarining mexanik xususiyatlarini o'rganishda ularni bir o'qli siqilish, cho'zilish, siljish va egilishga sinab ko'riladi.

Tog' jinslari namunalarining (dumaloq yoki to'g'ri burchak kesimli) siqilishga mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R = F/S \quad (3.1)$$

bu yerda: R - siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, Pa; F - pressning namunaga siqilish kuchi, N; S - namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, m².

Tog' jinslarining mexanik xossalari ularning tarkibi va tuzilishiga, g'ovaklik, qatlamlilik, jinsni tashkil qilgan zarrachalarning o'lchami va h.k.larga bog'liq.

Kristallar, sementlovchi moddalar va siniq parchalari va h.k. orasidagi tortishish kuchi keng chegarada o'zgarib turishi tufayli

bir xil tog' jinslarining mexanik xususiyatlari sezilarli darajada tebranib turishiga olib teladi.

Mo'rt jinslarning real mustahkamligi nazariy mustahkamligidan kichik.

Tog' jinslarini cho'zilish, siljish va egilishga tekshirish maxsus tajribalarda aniqlanadi. Tog' jinslarining cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi siqilishdagiga nisbatan bir muncha kichik. Siljishdagi mustahkamlik chegarasi ezilish va siqilishdagidan bir muncha yuqori.

Siljish deb, qandaydir tekislikda parallel joylashgan jismning hamma qatlamdagi deformatsiyasiga aytiladi. Siljishda deformatsiyalanuvchi jism hajmi o'zgarmaydi.

Maydalashda (yanchishda) deformatsiyaning eng muhim turi cho'zilish hisoblanadi.

Ko'p hollarda tog' jinslari yanchiluvchi zarrachalarning o'lchami kichrayishi bilan mustahkamlik ortib boradi. Tog' jinslari uchun zarrachalarning o'lchami 0,1 - 0,5 mm dan kichik bo'lganda mustahkamlikning sezilarli darajada ortishi kuzatiladi.

Tog' jinslarining qattiqligini aniqlashda prof. M.M. Protodyakonov tomonidan taklif qilingan mustahkamlik shkalasidan foydalaniladi. Bu shkalaning koeffitsientlari har xil jinslarning yemiriluvchanligini taqqoslash uchun ishlatiladi. Koeffitsientlarning qiymati 1 dan 20 gacha.

Tog' jinsining qattiqlik koeffitsienti qattiqlikni aniqlovchi maxsus asbobda tuyish usuli orqali tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Bu usulga ko'ra qattiqlik koeffitsienti tog' jinsini maydalashga sarflangan ishni 0,5 mm dan kichik zarralarning umumiy hajmi bilan baholanuvchi maydalash natijasida yangitdan hosil bo'lgan yuzalarga nisbatiga mutanosibdir. Odatda sinash uchun o'lchami -40 +20 mm li va og'irligi 0,04-0,06 t bo'lgan mahsulotning namunasi olinadi.

Tog' jinsining qattiqlik koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$f = 20 n / h \quad (3.2)$$

bu yerda: f - og'irligi 2,4 t bo'lgan yukni 0,6 m balandlikdan tashlash sonlari;

h - mahsulotning 5 ta namunasini hajm o'lchagichda o'lchashdan keyingi - 0,5 mm li mayda fraksiya ustuning balandligi, mm

Hajm o'lchagichning diametri 23 mm.

Tog' jinsining maydalanuvchanligi va yanchiluvchanligini xarakterlash uchun parchalanishga qarshilik deb ataluvchi maxsus ta'rifdan foydalaniladi.

Tog' jinslari tashqi ta'sirga turlicha javob beradi. Shunday tog' jinslari uchraydiki, ularning deformatsiyasi parchalanishga qadar juda sezilarsiz hamda ayrimlarining deformatsiyasi uncha katta bo'lmagan yukda millimetrga yetadi va parchalanish sodir bo'lmaydi.

Tog' jinslari deformatsiyalanishining bunday xilma-xilligiga sabab ularning ichki bog'lanish kuchlaridagi farqdir.

Qayishqoq (elastik) tog' jinslari kuchlanishning so'nggi qiymatida mo'rt parchalanishga uchraydi - elastik deformatsiyadan keyin ularning bog'lari uziladi.

Elastik tog' jinslari deformatsiyaning doimiy tezligiga ega.

Mo'rt parchalanish uchun 4 bosqich xarakterli: 1 - darzlarning zichlashishi va yopilishi; 2 - elastik deformatsiya; 3 - yangi darzlarning tug'ilishi va rivojlanishi; 4 - darzlarning tarmoqlanishi va qo'shilishi, mahsulotning parchalanishi.

Tog' jinslarini parchalashda kuch yoki yuk turli usullar bilan qo'yilishi mumkin. Kuch qo'yishning statik, dinamik, zarba (impuls) va boshqa usullari mavjud. Kuch qo'yish tezligining o'zgarishi bilan tog' jinslarining deformatsion xususiyatlari ham o'zgaradi.

Statik kuch vaqtga bog'liq emas, dinamik kuch qisqa muddatli va kuchning bir zumda o'sishi bilan xarakterlanadi; unda maksimumdan keyin uning tez pasayishi sodir bo'ladi. Zarba orqali

kuch berish kuchni maksimal berilib, keyin tezda kamayishi bilan xarakterlanadi.

Kuch qo'yilish tezligining ortishi bilan siqilishga mustahkamlik, elastiklik moduli va mahsulotning parchalanishga qarshiligi ortib boradi.

Statik kuch quyishda kuchlanish butun jism bo'ylab tekis taqsimlanadi va parchalanish eng kuchsiz kesimlar bo'ylab sodir bo'ladi, dinamik kuch qo'yilishida esa kuchlanish bir tekis taqsimlanmaydi va parchalanish bir necha joyda sodir bo'lishi mumkin.

3.5-§. Maydalash darajasi va bosqichlari

Maydalash jarayonining jadalligi maydalanish darajasiga bog'liq.

Maydalanish darajasi ko'rsatkich bo'lib, foydali qazilmaning eng katta bo'lagining o'lchami maydalash natijasida necha marta qisqartirilganligini ko'rsatadi. Maydalash darajasi i dastlabki mahsulotda joylashgan eng katta ruda bo'lagi diametrini (D_{\max}) maydalashdan keyingi maydalangan mahsulot tarkibidagi eng katta ruda bo'lagi o'lchamiga (d_{\max}) nisbati bilan aniqlanadi [2].

$$i = D_{\max} / d_{\max} , \quad (3.3)$$

Ba'zan maydalanish darajasi dastlabki mahsulot va maydalangan mahsulot zarralarining o'rtacha diametri nisbati bilan aniqlanadi.

$$i = D_{o'r} / d_{o'r} , \quad (3.4)$$

Amaliyotda donador mahsulot bo'laklarining diametri sifatida g'alvirlashda mahsulot o'tayotgan eng kichik elak ko'zining

o'lchami qabul qilingan. Donador mahsulot bo'laklarining o'rtacha diametri, mm, quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$d_{o'r} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}, \quad (3.5)$$

bu yerda $\gamma_1 \dots \gamma_n$ -sinflarning chiqishi,%; $d_1 \dots d_n$ - tegishli sinflarning o'rtacha arifmetik diametri, mm.

Maydalash bosqichi bitta maydalash mashinasida amalga oshiriladigan umumiy maydalash jarayonining bir qismini anglatadi.

Maydalangan mahsulot yirikligining yuqori chegarasiga qarab, uch bosqichda maydalanishi farqlanadi:

yirik - 1200 dan 300 mm gacha;

o'rtacha - 300 dan 75 mm gacha;

mayda - 75 dan 10-15 mm gacha.

U holda, yirik maydalash uchun, maydalanish darajasi $i_1 = 1200/300 = 4$; o'rtacha maydalash uchun $i_2 = 300/75 = 4$; mayda maydalash uchun $i_3 = 75/15 = 5$.

Bir necha ketma-ket bosqichda umumiy maydalanish darajasi alohida bosqichlarning maydalanish darajalari ko'paytmasiga tengdir:

$$i = i_1 i_2 i_3 = 4 \cdot 4 \cdot 5 = 80.$$

Boyitilgunga qadar foydali qazilmalarni maydalash (yanchish) ning yakuniy yirikligi foydali minerallarning donadorlik o'lchamiga va qo'llaniladigan boyitish usuli bilan aniqlanadi.

Maydalash samaradorligi E, %, deb maydalash natijasida hosil bo'lgan talab qiladigan yiriklikdagi sinf miqdorini dastlabki mahsulotdagi maydalanishi talab qilinadigan mahsulot miqdoriga nisbatiga aytiladi.

$$E = 100(b_{1-s} - a_{1-s})/a_{>s}, \quad (3.6)$$

bu yerda s – talab etiladigan maydalash yirikligi, mm; a_{1-s} va b_{1-s} – mos holda dastlabki va maydalangan mahsulotlardagi 1-s sinflar miqdori, %; $a_{>s}$ - dastlabki mahsulotdagi s dan katta sinf miqdori, %.

3.6-§. Maydalash usullari va qonunlari

Maydalash va yanchish vaqtida foydali qazilmalarning parchalanishi tog' jinslari bo'laklariga ko'rsatiladigan tashqi yuklama kuchi ta'sirida sodir bo'ladi. Ruda bo'laklarini parchalash uchun alohida kristallar va kristallar ichidagi yopishish kuchlarni yengib o'tish kerak. Bu kuchlar tog' jinslarining mustahkamlikni aniqlaydi. Mustahkamlik ichki tuzilishdagi nuqsonlarga bog'liqdir, masalan, ichki zaiflashgan zonalar (yoriqlar, qo'shimchalar) mavjudligi.

Maydalash usullari yoki ularning kombinatsiyasi 27-rasmda ko'rsatilgan.

Maydalash va yanchish usullari asosiy qaytmaydigan deformatsiyaning shakli bilan farq qiladi[3]:

bosim ostida (27, a-rasm) – ruda bo'lagini ikkita maydalovchi yuza orasida siqilishga mustahkamlik chegarasidan o'tgandan so'ng yuzaga keladigan bosim o'tkazish, siqish natijasida maydalash;

bo'lish (sindirish) (27, b-rasm) – ruda bo'lagini o'tkir maydalovchi yuzalar orasida sindirish natijasida parchalash;

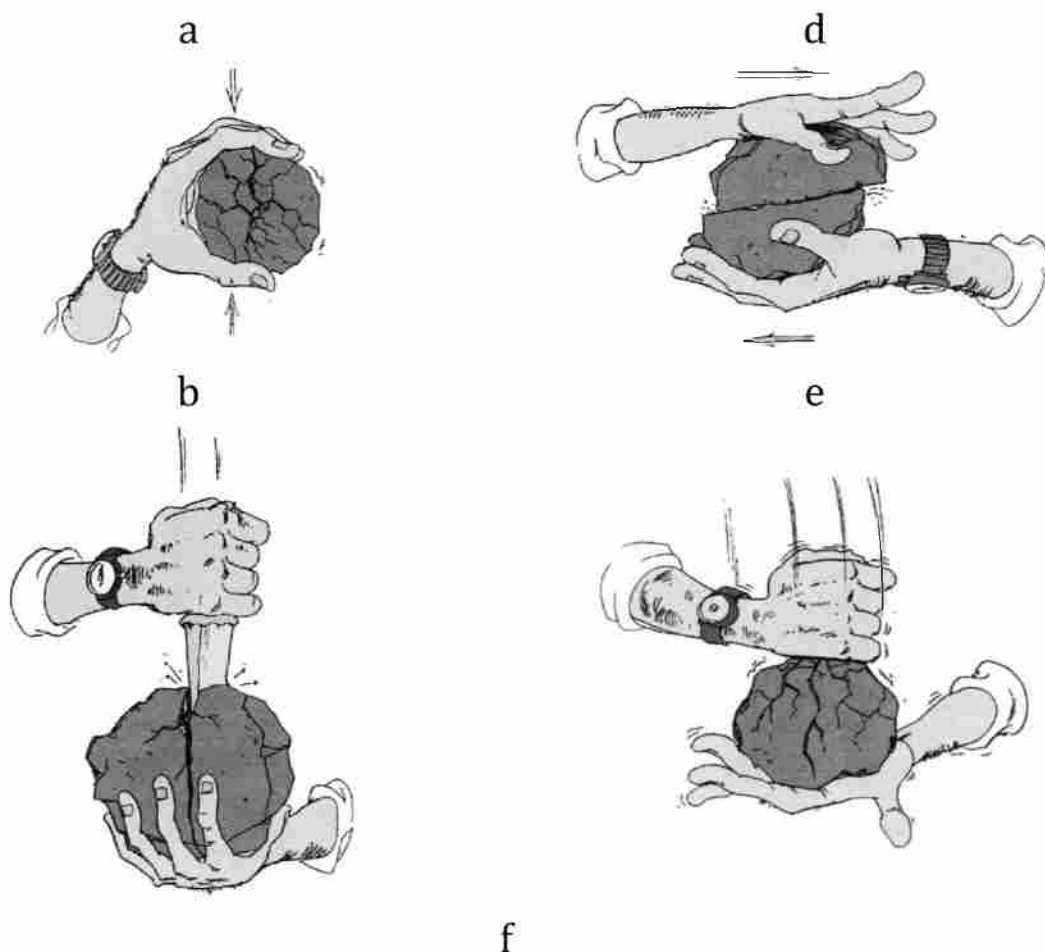
sindirish (27, d-rasm) – qovurg'asimon shaklga ega maydalovchi yuzalar orasida ruda bo'lagini qayirish natijasida parchalash;

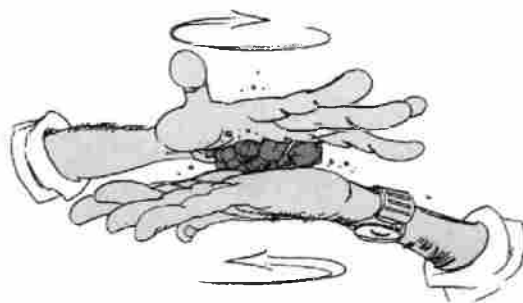
zarba (27, e-rasm) – ruda bo'lagiga qisqa vaqtli dinamik yuklama ta'sir ettirish natijasida maydalash.

ishqalanish (27, f-rasm) – bu mashinaning sirpanishli ishchi yuzalarida sodir bo'lib, ruda bo'lagining tashqi qatlami ko'chish deformatsiyasiga uchrashi natijasida (urinma kuchlanish ruda bo'lagining mustahkamlik chegarasidan oshganda) maydalanish sodir bo'ladi;

Zarba ta'sirida maydalashda avvalam bor darzliklar va alohida komponentlar zarralari tutashgan joylardan parchalanish boshlanadi.

Tog' jinslarining xususiyatlariga (mustahkamlik, mo'rtlik, qovushqoqlik va h.k.) bog'liq holda ruda bo'laklarini maydalash maqsadida unga tashqi ta'sir ko'rsatadigan eng samarali usul tanlanadi. Misol uchun, mustahkam va mo'rt bo'lmagan jins uchun eng yaxshi maydalash usuli bosim va zarba orqali maydalashdir. Mo'rt tog' jinslari uchraganda zarba ta'sirida maydalash samarali bo'lib, ammo, qovushqoqlik oshgan sari zarbaning samarasi pasayadi.





27-rasm. Foydali qazilmalarni maydalash usullari

Maydalash usulini tanlash foydali qazilmaning qiymati va maydalangan mahsulotning sifatiga qo'yilgan talabga ham bog'liq. Agar, misol uchun, ruda tarkibida mo'rt foydali minerallar mavjud bo'lsa, u holda uni maydalashda ishqalanish hodisasini maksimal darajada kamaytirish zarur. Chunki ishqalanish natijasida qiyin boyitiluvchi shlamlar paydo bo'ladi.

Maydalash (yanchish) ga ketadigan energiya maydalanuvchi zarralarning deformatsiyalanishiga va yangi yuzalar hosil bo'lishiga sarf bo'ladi hamda maydalangan mahsulot zarralarining erkin sirt energiyalariga aylanadi.

Umumiy holda mahsulot bo'lagini parchalashga sarflangan elementar ish A , zarraning deformatsiyalanishi va yangi yuzalar paydo bo'lishiga sarflangan ishlar yig'indisiga teng bo'lib, u P.A.Rebinder tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$A = A_D + A_S = k\Delta V + A_0\Delta S, \quad (3.7)$$

bu yerda A_D — taranglik deformatsiya ishi; A_S — yangi yuzalar paydo bo'lishiga sarflangan ish; k — zarrachaning deformatsiyalanuvchi hajm birligidagi deformatsiya ishini ko'zda tutuvchi mutanosiblik koeffitsienti; ΔV — deformatsiyalanuvchi zarraning hajmini o'zgarishi; A_0 — yangi yuza birligi hosil bo'lishiga sarflangan ishni ko'zda tutuvchi mutanosiblik koeffitsienti; ΔS — yanchishda yangidan hosil bo'lgan yuza.

Maydalanish darajasi kichik bo'lgan yirik maydalashda yangidan hosil bo'lgan yuzani nisbatan kam va ana shu yuzani hosil bo'lishiga sarflangan ishni ahamiyatsiz hisoblash mumkin. Bunday holda maydalashning umumiy ishi deformatsiyalangan bo'laklar hajmiga mutanosib bo'ladi (Kirpichev — Kik farazi):

$$A = k_1 \Delta V, \quad (3.8)$$

bu yerda k_1 — empirik koeffitsient.

Mayin maydalash va yanchishda zarraning deformatsiyalanshiga sarflangan ish yangi yuzalarni hosil bo'lishiga sarflangan ishdan sezilarli darajada kam va uni ham ahamiyatsiz hisoblash mumkin

U holda, zarraning parchalanishiga sarflanadigan ish faqat yangidan hosil bo'lgan yuzalar maydoniga mutanosib bo'ladi (Rittinger farazi):

$$A = k_2 \Delta S, \quad (3.9)$$

bu yerda k_2 — empirik koeffitsient.

Bond faraziga ko'ra maydalashga sarflangan ish maydalana-yotgan zarra yuzasi va hajmining o'rtacha geometrigiga mutanosib bo'lib, u quyidagi ko'rinishga ega

$$A = A_D + A_S = k\sqrt{VS} = k\sqrt{k_1 D^3} \sqrt{k_2 D^3} = k_0 D^{2.5}, \quad (3.10)$$

bu yerda k_0 — empirik koeffitsient.

Ko'rib chiqilgan maydalash qonunlari maydalash (yanchish)-ga sarflangan ishni maydalash (yanchish) natijalariga (ya'ni, oxirga mahsulot yirikligiga) bog'liqligini tavsiflaydi:

$$A = KD^m, \quad (3.11)$$

bu yerda K – mutanosiblik koeffitsienti, $N \cdot m/m^2$; D – ruda bo‘lagi o‘lchami, m.

Kirpichev-Kik qonuniga ko‘ra A ni aniqlashda daraja ko‘rsatkichi $m - 3$ ga, Rittinger qonuniga ko‘ra – 2, Bond qonuniga ko‘ra esa – 2,5 ga teng.

Umuman, taklif qilingan maydalash qonunlari maydalash va yanchishga sarflangan solishtirma energiya egri chizig‘ining har xil maydonlarini tavsiflaydi va $E = f(S)$, bu yerda S qaytadan hosil bo‘lgan yuza maydoni.

3.7-§. Maydalagichlarning turlari

Maydalash-yanchish mashinalari va qurilmalarining tasniflashi uchun asos qilib, ularning harakat tamoyili, ya‘ni, mahsulotni maydalashda rudani parchalash usulini aniqlab beruvchi bevosita ishlatiladigan energiyaning turiga qarab olinadi.

Ishlash tamoyiliga ko‘ra maydalagichlar quyidagi turlarga bo‘linadi:

1. Statik harakatlanuvchi maydalagichlar:

jag‘li - jag‘lari oddiy harakatlanadigan va murakkab harakatlanadigan;

konusli – osilgan valli (KKD, KRD), konsolli valli (KSD, KMD);

juvali - ikki juvali silliq va tishli ikki yoki to‘rt juvali va bir juvali ariqchasimon tishli yoki tishli.

2. Dinamik harakatlanuvchi maydalagichlar:

zarbali - bolg‘ali, rotorli va sterjenli;

zarbasiz rotorli - bitta diskli markazdan qochma va ko‘p diskli markazdan qochma.

Katta unumdorlikka ega bo‘lgan boyitish fabrikalarida rudalarni yirik, o‘rta va mayin maydalash uchun eng keng qo‘llaniladigan maydalagichlar konusli maydalagichlar bo‘lib, ular yuqori ish unumdorligiga egaligi bilan ajralib turadi va asosan bosim ostida,

qisman ishqalanish prinsipiga asoslangan holda maydalaydi. O'rtacha unumdorlikka ega bo'lgan boyitish fabrikalarida konusli maydalagichlar o'rniga nisbatan pastroq unumdorlikka ega bo'lgan jag'li maydalagichlar ishlatiladi. Yuqori unumdorlikka ega bo'lmagan boyitish fabrikalarida katta maydalanish darajasi talab etilganda silliq valli juvali maydalagichlar qo'llaniladi. Yumshoq rudalarni maydalash uchun iloji boricha kam mayin mahsulot olish talab etilganda tishli juvali maydalagichlar ishlatiladi. Hozirgi kunda har xil mustahkamlikdagi foydali qazilmalarni maydalashda ancha yuqori maydalanish darajasini ta'minlovchi zarba ta'siri orqali maydalaydigan maydalagichlar keng tarqala boshladi.

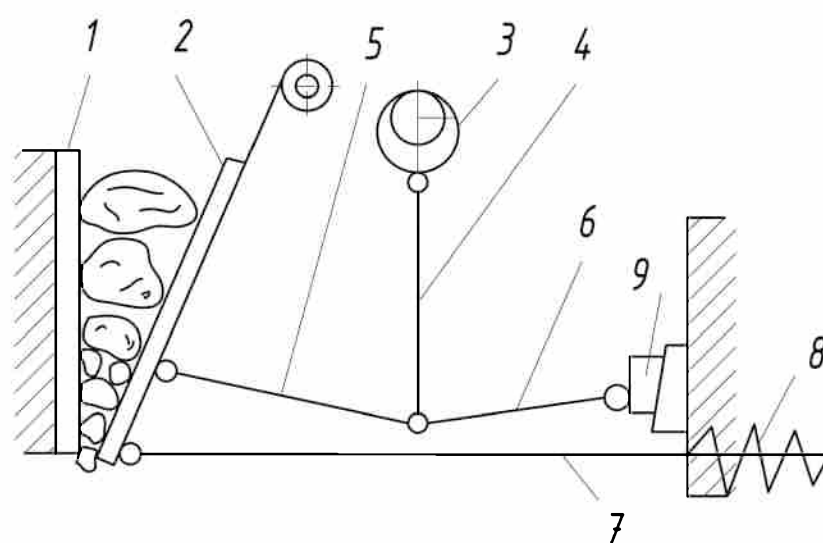
Maydalagichlarni tanlashda dastlabki mahsulotning yirikligi, maydalangan mahsulotning talab qilingan qumofilik tarkibi va zarur bo'lgan unumdorlik hisobga olinadi.

3.8-§. Jag'li maydalagichlarning tuzilishi va ishlash tartibi

Jag'li maydalagichda (28-rasm) mahsulot bosim ostida ezish va yorish yo'li bilan qo'zg'almas 1 va qo'zg'aluvchan 2 jag'lar orasida parchalanadi. Qo'zg'aluvchan jag' 2 qo'zg'almas jag' 1 ga eksentrik val 3 ning ishlashi natijasida (ishchi yurishda) yaqinlashadi yoki (salt yurishda) uzoqlashadi. Ishchi yurish vaqtida maydalanish sodir bo'ladi, salt yurishda esa maydalangan mahsulot o'z og'irligi hisobiga pastki qismdan bo'shatiladi. Jag' 2 eksentrik val 3 yordamida shatun 4 ga ikkita sharnirli mahkamlangan oldingi 5 va ortdagi 6 raspor (vertikal yo'nalishda ta'sir qiluvchi kuchni gorizontal yo'nalishda tarqatadigan) plitalar orqali harakatga keltiriladi. Tyaga 7 va prujina 8 harakatlanuvchi tizimda taranglikni hosil qilib, qo'zg'aluvchan jag'ni salt yurishini osonlashtiradi. Chiqarish (bo'shatish) tuynugining eni va shundan kelib chiqib maydalanish darajasi pona 9 yordamida moslashtiriladi.

Qo'zg'aluvchan jag' o'qining joylashishiga ko'ra jag'li maydalagichlarning ushbu jag'ni yuqoriga va pastga osilgan turlari mavjud.

Qo'zg'aluvchan jag'i yuqoriga osilgan jag'li maydalagichning umumiy ko'rinishi 28-rasmda keltirilgan [2]. Ushbu turdagi maydalagichlar sanoatda keng tarqalgan. Old devori qo'zg'almas jag' bo'lgan dastgoh korpusi (1) odatda quyma po'latdan tayyorlanadi va jag'lari ariqchali ishchi yuzaga ega bo'lgan po'lat plitalar 2 bilan qoplanadi. Ushbu plitalar kuchli ishqalanishga (yemirilishga) uchraydi, shuning uchun ular (almashtirish uchun) olinadigan qilib tayyorlanadi va yemirilishga bardoshli materiallardan (quyma marganesli yoki xromli po'latlardan) tayyorlanadi.



28-rasm. Jag'li maydalagichning harakat tartibi

1 – qo'zg'almas jag'; 2 – qo'zg'aluvchan jag'; 3 – eksentrik val; 4 – shatun; 5 – old raspor plitasi; 6 – ortgi raspor plitasi; 7 – tyaga; 8 – prujina; 9 – moslovchi pona.

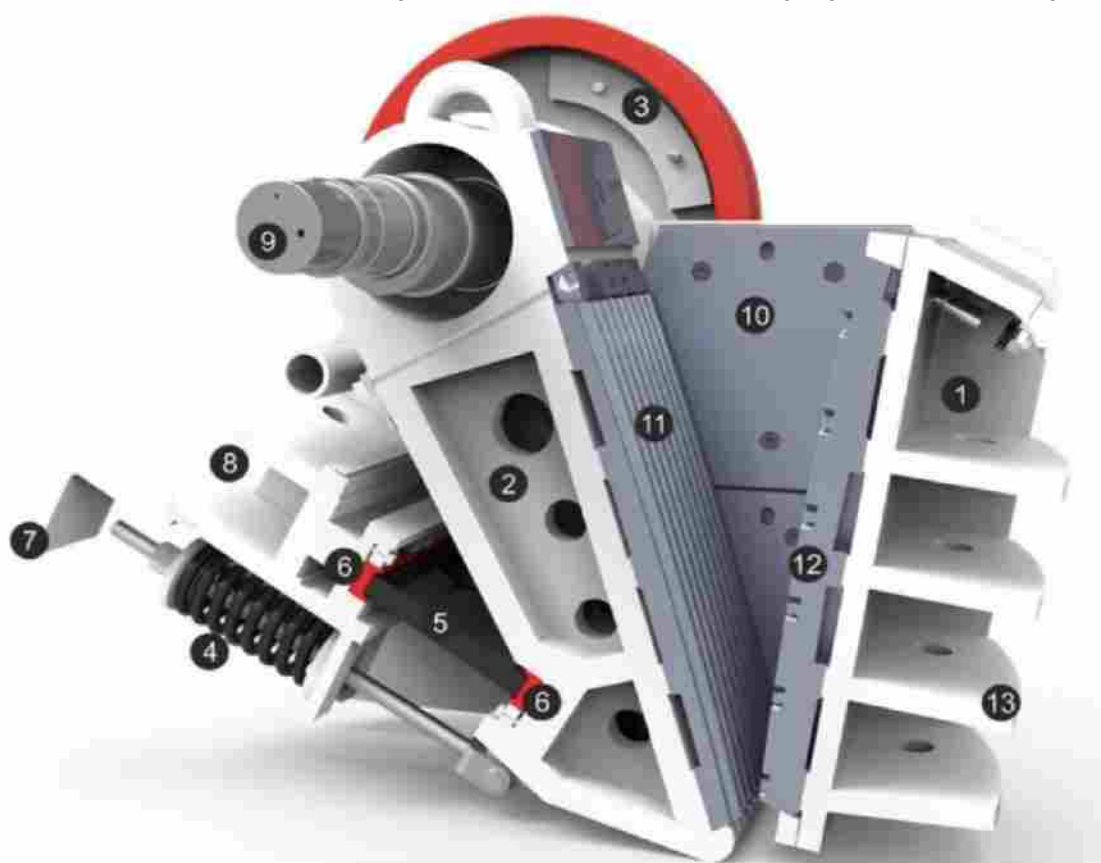
Maydalagichda maydalovchi yuklama raspor plitalar 5 va 6 orqali uzatiladi. Shuning uchun plitalarning uchlarga kiydiriladigan vkladishlar 4 almashtiriladigan qilib yasaladi va yuqori qattqlikdagi materiallardan ishlab chiqariladi. Ortgi raspor plitasi maydalagichning ishchi maydoniga maydalanmaydigan materialning tushib qolishi oqibatida maydalagichning sinishini oldini olish uchun xizmat qiladi. Bu plita past mustahkamlikka ega materialdan

tayyorlanib, maydalagichga tasodifiy metal bo'laklari tushib qolganda sinadi.

Maydalagich yuritgichining kinematik sxemasiga bog'liq holda yuqori va pastki osma qo'zg'aluvchan jag'ga ega jag'li maydalagichlar ikki xil bo'lishi mumkin: qo'zg'aluvchan jag'i oddiy va murakkab harakat qiladigan.

Eng oddiy kinematik sxemadan tashqari (28-rasm) o'ta murakkab bo'lganlari ham qo'llaniladi: har ikkala jag'lari ham harakatga keltiriladi, yoki bitta jag'i ikki eksentrik valdan harakat oladi.

Jag'li maydalagichlarni tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlar: qabul qiluvchi tuynukning o'lchamlari (B - kengligi, L - uzunligi).



29-rasm. C seriyali Nordberg jag'li maydalagichning tuzilishi
1 – asosiy rama; 2 – mayatnik; 3 – maxovik; 4 – prujina; 5 – raspor plitasi; 6 – uya; 7 – himoyalovchi qopqoq; 8 – orqa tirsak; 9 – eksentrik val; 10 – yon qoplama; 11 – qo'zg'aluvchi jag'; 12 – qo'zg'almas jag'; 13 – old tirsak.

Maydalagichga tushadigan eng katta ruda bo'lagining maksimal o'lchami qabul qiluvchi tuynuk enidan 15-20% kamroq bo'lishi kerak. Maydalagichning L/B nisbati 1,3-1,5 (ShDS – 1 turi uchun) qabul qilinadi. L/B nisbati katta bo'lgan (ShDS – P turidagi) maydalagichlar ham ishlab chiqariladi.

C seriyali Nordberg jag'li maydalagichlari hozirgi kunda jahon bo'yicha ko'p qo'llaniladigan maydalagich hisoblanadi. Ular asosan qattiq, abraziv materiallarni birlamchi maydalashda ishlatiladi va jarayonning kamxarjligini ta'minlaydi.

3-jadval.

C seriyali Nordberg jag'li maydalagichlarining ish unumdorligi, t/soat.

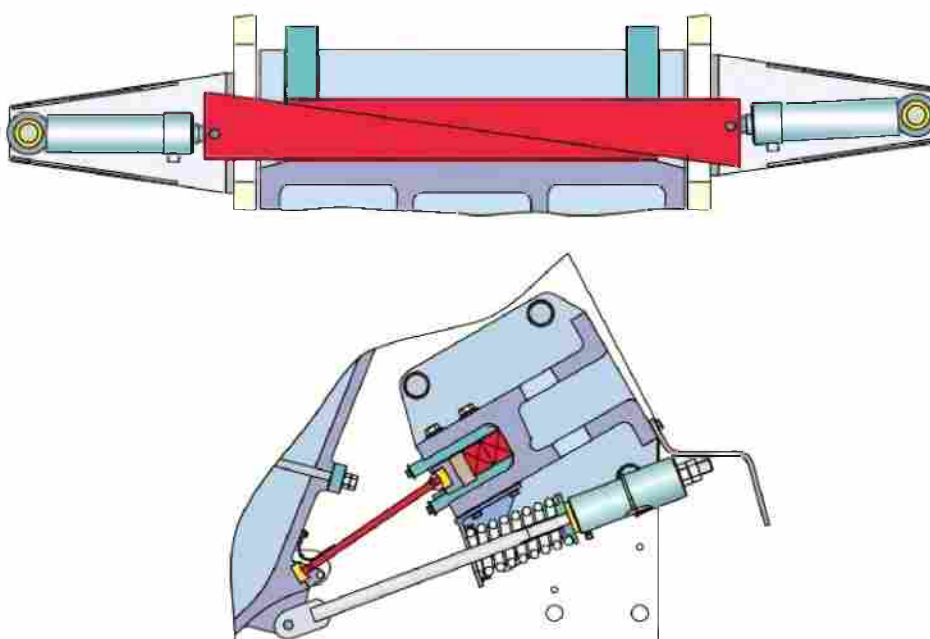
Bo'shatish tuynugi eni, mm	C80	C 100	C 105	C 110	C 125	C 140	C 145	C 160	C 200	C 305
40	65									
50	80									
60	95									
70	115	150	155	190						240
80	130	170	175	210						270
90	150	190	200	235						295
100	165	215	220	255	290					325
125	210	265	280	310	350	385	400			390
150	250	315	335	370	410	455	470	520		460
175	290	370	390	425	470	520	540	595	760	530
200		420	445	480	530	590	610	675	855	600
225					590	655	680	750	945	
250					650	725	750	825	1040	
275							800	900	1130	
300								980	1225	

Maydalangan mahsulotning o'lchami bo'shatuvchi tuynukning eni b ga bog'liq bo'lib, u qoplovchi plitalarning pastki uchlari orasidagi masofaga teng, $b = ye + S$ (33-rasm).

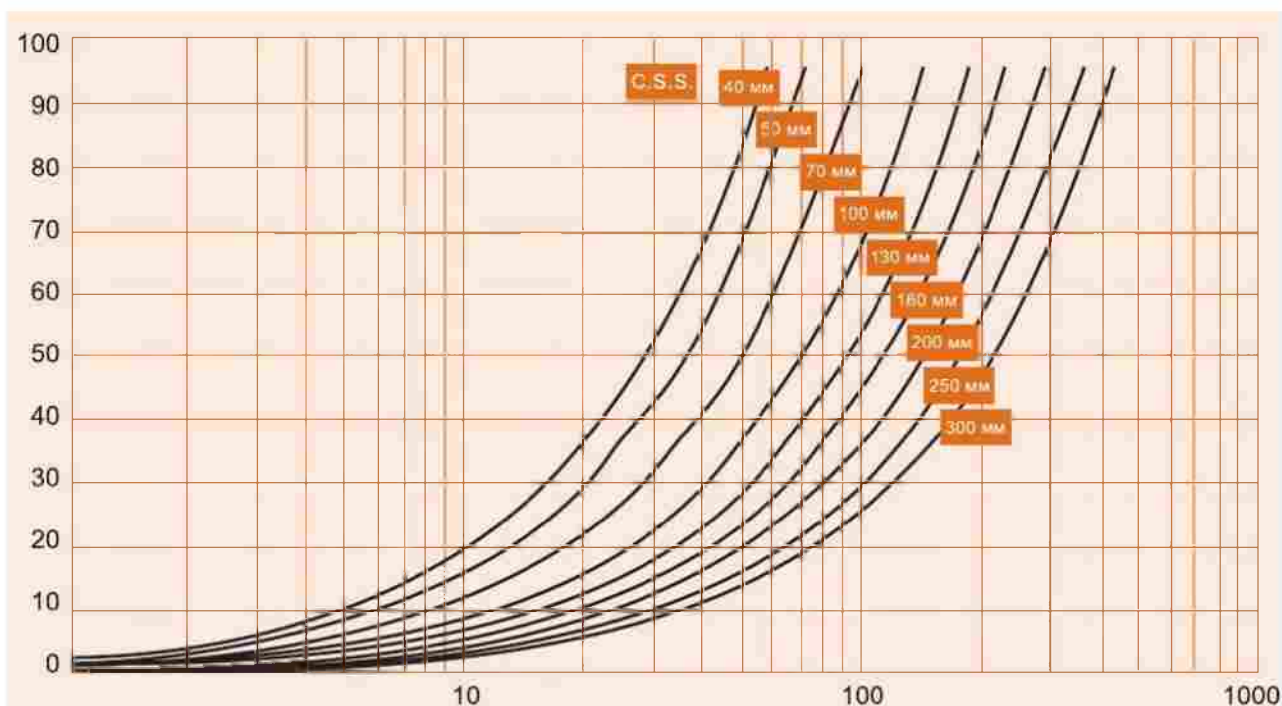
Maydalagichning bo'shatuvchi tuynugining eni maxsus mexanizm bilan tartibga solinadi.



30-rasm. C seriyali Nordberg jag'li maydalagichning ishlashi



31-rasm. Jag'li maydalagichning bo'shatuvchi tuynugining o'lchamini boshqaruvchi maxsus mexanizm



32-rasm. Maydalangan mahsulotning granulometrik tarkibi

C seriyali jag'li maydalagichning bo'shatuvchi tuynugining o'lchami maydalash jarayoniga maksimal darajada mos kelishi uchun tez va samarali boshqariladi. Boshqarish, sozlash xavfsiz. Qo'lda mexanik yoki masofadan boshqariluvchi gidravlik yuritgichlar yordamida boshqarishni amalga oshirish mumkin.

Jag'li maydalagichlarning texnologik parametrlari

Mexanik tartibda ishlovchi jag'li maydalagichlarning asosiy texnologik parametrlariga quyidagilar kiradi: qamrash burchagi α ; qo'zg'aluvchi jag' 5 ning qadami; ishchi valning aylanish chastotasi; unumdorlik; elektr dvigatelning quvvati.

Qamrash burchagi α qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi jag'lar (ular yaqinlashgan holatida) orasidagi burchakdir (33-rasm) [2].

Maydalagichning bo'shatish tuynugining eni o'zgarishi bilan qamrash burchagi o'zgaradi. Ushbu burchak bilan maydalanish darajasi va maydalagichning unumdorligi aniqlanadi. Maydalagichning bo'shatish tuynugining eni oshishi bilan qamrash burchagi

kamayadi. Bu esa maydalanish darajasining kamayishiga va maydalagichning ish unumdorligining oshishiga olib keladi. Aksincha, qamrash burchagining ortishi bilan maydalagichning bo'shatish tuynugining eni kichiklashganda maydalanish darajasi ortadi, maydalagichning ish unumdorligi esa kamayadi.

Maydalanish darajasini oshirish va maydalagichga katta o'lchamdagi ruda bo'laklarini yuborish uchun qamrash burchagini oshirish zarur. Ruda bo'laklari maydalagichdan sirg'alib chiqib ketmaydigan va maydalagichning ish tartibi buzilmaydigan holdagi maksimal qamrash burchagi maydalanuvchi mahsulot va maydalovchi ishchi plita orasidagi ishqalanish koeffitsienti bilan aniqlanadi. Ruxsat etilgan qamrash burchagi unga o'zaro ta'sir qilayotgan kuchlar bilan aniqlanadi (33-rasm).

Jag'lar orasida ezilib bosim ostida maydalanayotgan mahsulot bo'lagiga harakatlanuvchi jag'ning ta'sir qiluvchi maydalash kuchi R va unga teng qo'zg'almas jag' reaksiyasi R_1 , F va F_1 ishqalanish kuchlari ta'sir qiladi:

$$F = fP, \quad F_1 = fP_1, \quad (3.12)$$

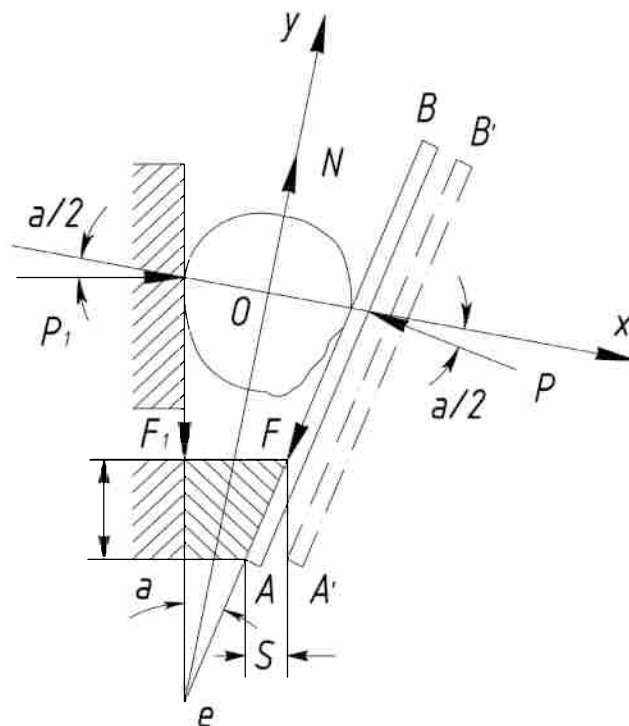
bu yerda f –maydalanuvchi mahsulotning metall jag' bo'ylab sirg'anishidagi ishqalanish koeffitsienti.

Maydalovchi yuklama P ga teng ta'sir qiluvchi N va Oy o'q bo'ylab yuqoriga yo'nalgan P_1 reaksiya teng ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchlari F va F_1 (qarama-qarshi tomonga yo'nalgan) ga teng yoki kichik bo'lganda mahsulot bo'lagi yuqoriga surilib chiqib ketmaydi.

$$2P \sin \frac{\alpha}{2} \leq 2fP \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (3.13)$$

$R_1 = R$ bo'lganligi uchun, (3.13) ifoda quyidagicha tus oladi

$$2\sin\frac{\alpha}{2} \leq 2f \cos\frac{\alpha}{2}, \text{ va } \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \leq f. \quad (3.14)$$



33- rasm. Maydalashda ta'sir qiluvchi kuchlar sxemasi

Sirpanishda ishqalanish koeffitsienti f ishqalanish burchagi tangensi φ ($f = \operatorname{tg}\varphi$) ga teng bo'lganligi uchun $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \leq \operatorname{tg}\varphi$ bo'ladi, bundan

$$\alpha \leq 2\varphi \quad (3.15)$$

Quruq maydalanuvchi mahsulotni po'lat bo'ylab ishqalanish koeffitsientining o'rtacha qiymati $f \approx 0.3$ ga teng (bu taxminan 16° bo'lgan ishqalanish burchagiga mos keladi), qamrash burchagi α 32° ni tashkil qiladi. Amaliyotda qamrash burchagi $15-25^\circ$ oralig'ida qabul qilinadi.

Jag'li maydalagichning ish unumdorligi ishchi valning aylanish chastotasiga yoki qo'zg'aluvchan jag'ning harakatlanish soniga bog'liq.

AB jag' (33-rasm) tebranma harakat qilmasdan ilgarilanma qaytma ($A'B'$ dan AB gacha) harakat qiladi deb olsak, valning har bir aylanishida (qo'zg'aluvchan jag'ning salt qadamida) maydalagichdan o'zining og'irligi bilan tushayotgan mahsulotning hajmidan (33 rasmda shtrixlangan) valning maqbul aylanish sonini aniqlash mumkin. A prizmaning balandligi AB jag'ning qadami S va qamrash burchagi α orqali ifodalanishi mumkin

$$h = \frac{S}{\operatorname{tg}\alpha} \quad (3.16)$$

1 daqiqada n marta aylanayotgan valda mahsulotning tushish vaqti (salt qadam vaqtida) quyidagicha, s:

$$\tau = \frac{1}{2} \frac{60}{n} = \frac{30}{n} \quad (3.17)$$

Materialning erkin tushishi yo'li (τ vaqtda) trapetsiyaning balandligiga teng:

$$h = \frac{g\tau^2}{2} \quad (3.18)$$

yoki

$$h = \frac{g}{2} \left(\frac{30}{n} \right)^2 = \frac{450g}{n^2} = \frac{S}{\operatorname{tg}\alpha} \quad (3.19)$$

Bundan n , 1/min aniqlanadi:

$$n = \sqrt{\frac{450g \operatorname{tg}\alpha}{S}} = 66,5 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\alpha}{S}} \quad (3.20)$$

bu yerda g – erkin tushish tezlanishi ($9,81 \text{ m/s}^2$); S – jag‘ qadami, m.

Ushbu tenglama bilan hisoblangan valning aylanish soni (jag‘ning ikkilangan tebranishi) maksimal darajada ruxsat etilgan hisoblanadi.

Amalda aylanishlar soni n , 1/min, quyidagi nisbatdan aniqlanadi

$$n = 60 \sqrt{\frac{tg \alpha}{S}} - 63 \sqrt{\frac{tg \alpha}{S}} \quad (3.21)$$

Maydalagichning nazariy ish unumdorligi jag‘ning bir qadamida tushgan maydalangan mahsulot hajmi prizma hajmiga teng bo‘lgan sharoitda quyidagicha aniqlanadi, m^3 :

$$V = BF \quad (3.22)$$

bu yerda B - maydalagichni mahsulot yuklash tuynugining uzunligi, m;
 F - trapetsiya maydoni, m^2 .

e ni maydalagich bo‘shatuvchi tuynugining minimal eni deb qabul qilsak, m, quyidagiga ega bo‘lamiz

$$F = \frac{e + (e + S)}{2} h = \frac{2e + S}{2} h = \frac{2e + S}{2} \frac{S}{tg \alpha} \quad (3.23)$$

Bir daqiqada jag‘ning n qadamida (valning aylanishida) maydalagichning ish unumdorligi quyidagicha bo‘ladi, m^3/soat ,

$$Q = 60nV\mu = 60n\mu \frac{BS(2e + S)}{2tg \alpha} = \frac{30n\mu BS(2e + S)}{tg \alpha} \quad (3.24)$$

bu yerda μ – maydalagichdan chiqishdagi mahsulotning yumshatilganlik koeffitsienti bo‘lib, amaliyotda $0,3 \div 0,65$ ga teng qabul qilinadi.

(3.24) tenglama faqatgina geometrik tushunchalar asosida olingan bo‘lib, maydalanayotgan mahsulotning fizik xususiyatlarini maydalagichning ish unumdorligiga ta‘sirini hisobga olmaydi.

Jag‘li maydalagichlarning ish unumdoligini aniqlash uchun odatda unumdorlik, t/soat, maydalagichning bo‘shatish tuynugining maydoniga mutanosibdir degan jumla asosida tuzilgan empirik tenglamadan foydalaniladi:

$$Q = (e + S)B \cdot 10^3 \quad (3.25)$$

bu yerda e, S, B - yuqorida ko‘rsatilgan qiymatlar va metrda ifodalanadi.

Maydalagichning massa Q , t/soat, bo‘yicha **unumdorligi** quyidagi empirik formula orqali aniqlanadi:

$$Q = V(K\delta) = (1479b\sqrt{B} - 40B\sqrt{B})L(K\delta) \quad (3.26)$$

bu yerda K – maydalagichdan chiqishidagi mahsulotning yumshatilish koeffitsienti; δ – mahsulotning zichligi, t/m³; B - qabul qilish tuynugining eni, m; L - qabul qilish tuynugining uzunligi, m.

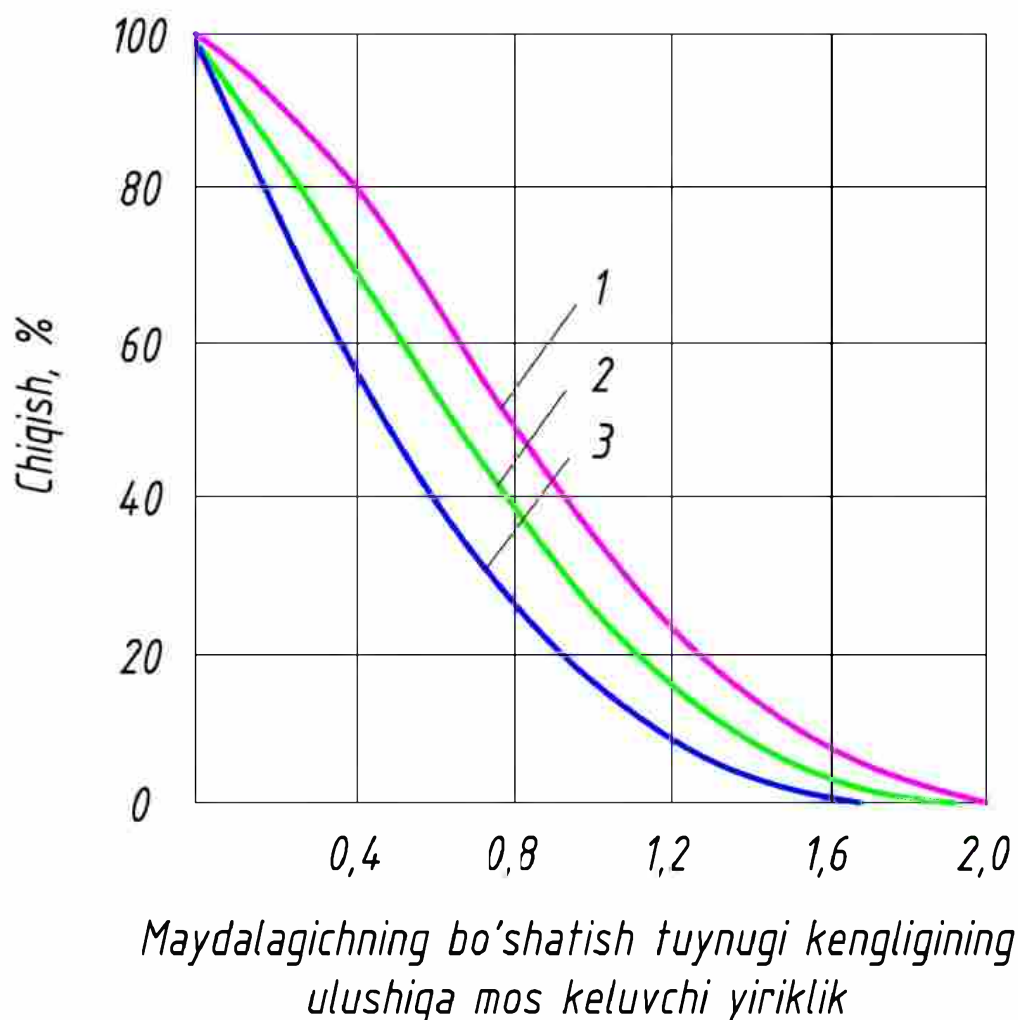
Maydalagichning hajmiy, m³/soat, unumdorligi quyidagi empirik formula orqali aniqlanadi

$$Q_0 = K_f K_w K_k (150 + 750B)Lb \quad (3.27)$$

bu yerda K_f – rudaning mustahkamligiga bog‘liq tuzatish koeffitsienti; K_w - rudaning namligiga bog‘liq tuzatish koeffitsienti;

K_k – dastlabki mahsulot tarkibidagi yirik sinflar miqdoriga bog‘liq tuzatish koeffitsienti ($0,5B$ dan ortiq).

Xususiy tuzatish koeffitsientlarining qiymatlari 3-jadvalda keltirilgan.



34-rasm. Jag‘li maydalagichlarning maydalangan mahsulotining namunaviy yiriklik xarakteristikasi

Maydalagich iste‘mol qiladigan quvvat N_0 , kV/soat, V.A.Olevskiy formulasi orqali aniqlanishi mumkin:

$$N_0 = 5LHSn \quad (3.28)$$

bu yerda L - qabul qilish tuynugining uzunligi, m; H - qo'zg'almas jag'ning balandligi, m; S - jag'ning qadami (pastki), m; n - yurituvchi valning aylanish chastotasi (jag'ning tebranish soni), min^{-1} .

Jag'li maydalagichda erishish mumkin bo'lgan **maksimal maydalanish darajasi** 8 ni tashkil qiladi. Odatda maydalagichlar 3 dan 4 gacha oraliqdagi maydalanish darajasida ishlaydi.

Maydalangan mahsulotning *yiriklik xarakteristikasi* maydalalayotgan mahsulotning xossalari va birinchi navbatda uning mustahkamligi bilan aniqlanadi. K.A.Razumovning ta'kidlashicha, jag'li maydalagichlarning maydalangan mahsulotining namunaviy xarakteristikasi 34-rasmda ko'rsatilgan.

Abssissa o'qi bo'ylab bo'laklar o'lchami (maydalagichning bo'shatish tuynugining maksimal eni ulushi bo'yicha) joylashtirilgan, ordinata o'qi bo'ylab esa "+" sinfning umumlashtirilgan chiqishi joylashtirilgan. Xususiyatlar yumshoq 3, o'rta qattqlikdagi 2 va qattiq 1 rudalar uchun berilgan.

Misol

ShDP-15x21 ($B = 1,5$ m, $L = 2,1$ m) jag'li maydalagichining umumiy ish unumdorligini aniqlash talab qilinadi. Bunda maydalalayotgan mahsulot gabbrodiabazali mis-nikel rudasi bo'lib, mustahkamligi yuqori (M.M.Protodyakonov shkalasi bo'yicha $f = 15 \div 20$) va sochma zichligi $\delta = 1,8$ t/m³, yirikligi -1200 + 0 mm (+800 mm sinfning miqdori 20%), namlik $w = 5\%$. Maydalagichning bo'shatish tuynugining kengligi $b = 180$ mm.

4-jadval bo'yicha tuzatish koeffitsientlarini aniqlaymiz: $K_f = 0.93$ (o'rtacha hisobda $f = 18$ bo'lganda); $K_w = 1$ ($w = 5\%$); $K_k = 1.04$ ($\alpha_{kr} = 25\%$). (3.25) formula yordamida $Q = 465$ m³/soat va (3.24) formula yordamida $Q = 835$ m³/soat ekanligini hisoblab chiqamiz.

4-jadval.

Maydalash sharoitiga tuzatish koeffitsienti

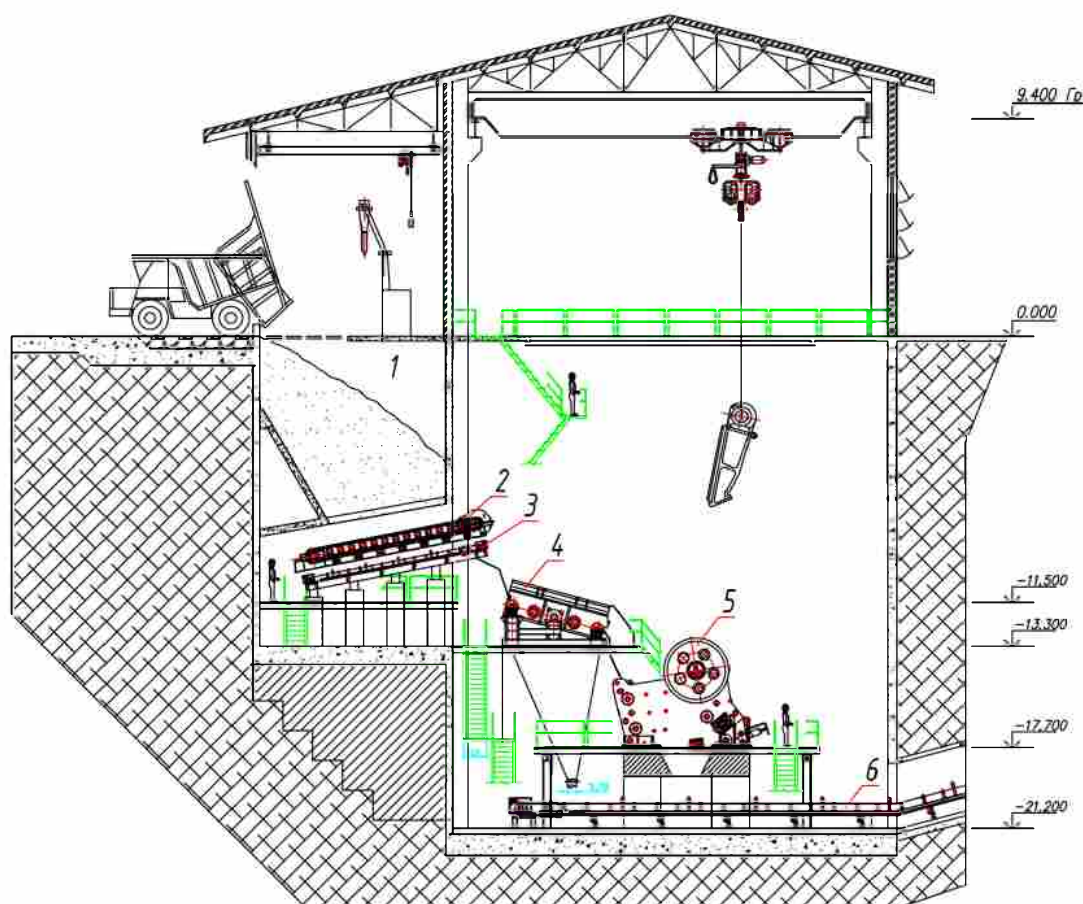
Koeffitsient	Ruda									
	Yumshoq (mustahkam emas)	O'rtacha qattqlik (o'rtacha mustahkam)			Qattiq (mustahkam)			O'ta qattiq (o'ta mustahkam)		
M.M.Protodyakonov shkalasi bo'yicha mustahkamlik	5–10	10–15			15–18			18–20		
Rudaning mustahkamligiga tuzatish K_f	1,2	1,0			0,95			0,90		
Rudaning namligiga tuzatish K_w	Rudaning namligi, w, %									
	4	5	6	7	8	9	10	11		
	1	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,65		
Rudaning yirikligiga tuzatish K_k	Yirik sinfnig miqdori (0,5 B dan yirik) α_k , %									
	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80
	1,1	1,08	1,05	1,04	1,03	1,0	0,97	0,95	0,92	0,89

Jag'li maydalagichlarning ishlatilishi

Jag'li maydalagichlarni tuzilishining soddaligi, ishlatish va ta'mirlashning osonligi ularni boyitish fabrikalarida keng qo'llanilishiga olib keladi. Biroq, bu maydalagichlar sezilarli kamchiliklarga ega: ular ishlayotgan paytda kuchli tebranadi (maydalagichni o'ta mustahkam poydevorga o'rnatish talab etiladi va faqat binoning quyi qavatlariga), mahsulot bir tekis yuklanmaganda ruda tiqilib qoladi, yirikligi bo'yicha bir tekis bo'lmagan mahsulot olinadi.

Boyitish fabrikalarida jag'li maydalagichlar birinchi bosqich maydalash jarayonida qo'llaniladi. Bu maydalagichlar tiqilib qolish (zaval) ostida ishlamaydi, shuning uchun fabrikaga keladigan ruda maydalagichga to'g'ridan to'g'ri tushmasdan, kichikroq oraliq bunker yoki qabul qiluvchi varonkaga tushadi (35-rasm) [2]. Ruda qabul qiluvchi qurilmalardan maydalagichga plastinkali ta'minlagich

yordamida bir tekis maromda beriladi. Ko‘pincha maydalagichdan avval panjarali g‘alvir o‘rnatiladi. Plastinkali ta‘minlagich rudani panjarali g‘alvirga yuboradi va maydalagichga faqat panjara usti mahsuloti tushadi. Maydalangan mahsulot odatda tasmali konveyerga to‘kiladi va navbatdagi bosqichda maydalashga jo‘natiladi.



35-rasm. Jag‘li maydalagichni o‘rnatish sxemasi:

1 – qabul qilish varonkasi; 2 – plastinkali ta‘minlagich; 3 – panjara osti mahsuloti uchun tasmali konveyer; 4 – g‘alvir; 5 – jag‘li maydalagich; 6 – maydalangan mahsulot uchun tasmali konveyer.

Jag‘li maydalagich poydevorda o‘rnatilib, bu poydevor binoning poydevoriga bog‘liq bo‘lmasligi zarur (titrash natijasida binoga zarar etmasligi uchun).

Jag‘li maydalagichlarning ishqalanishi natijasida yemiriladigan va davriy ravishda almashtirilib turiladigan qismlari quyidagi-

lardan iborat: qoplama plitalari, raspor plitalari, raspor plita uchun uyadagi vkladishlar, ekssentrik val podshipnikining va qo'zg'aluvchi jag' o'qining vkladishlari, shatun boshchasining vkladishi.

Ushbu detallarning o'rtacha xizmat qilish muddatlari (oylarda):

- qoplama plitalar - 6;
- raspor plitasining yechiluvchi uchi - 5;
- raspor plitalarning uyalaridagi suxarilar - 12;
- qo'zg'aluvchan jag'ning o'qi va tirsakli val podshipniklarining vkladishlari - 12;
- shatun boshchasining vkladishi - 12.

Jag'li maydalagichlarda maydalashda po'latning miqdori qoplama plitalarning ishqalanish ta'sirida yemirilishi orqali aniqlanib, u plita materialining bardoshlilikiga va maydalanayotgan mahsulotning mustahkamligiga bog'liq. Marganesli po'lat qoplama qo'llanilganda uning sarfi 1 tonna maydalangan mahsulotga 0,02 dan 0,08 kg gacha, toblangan cho'yan ishlatilganda esa uning sarfi 0,3 dan 0,1 kg gacha yetadi.

Maydalagichni avtomatik boshqarish tizimi maydalanish ta'sir doirasida (zonasida) mahsulotning sathini nazorat qilishga asoslanadi.

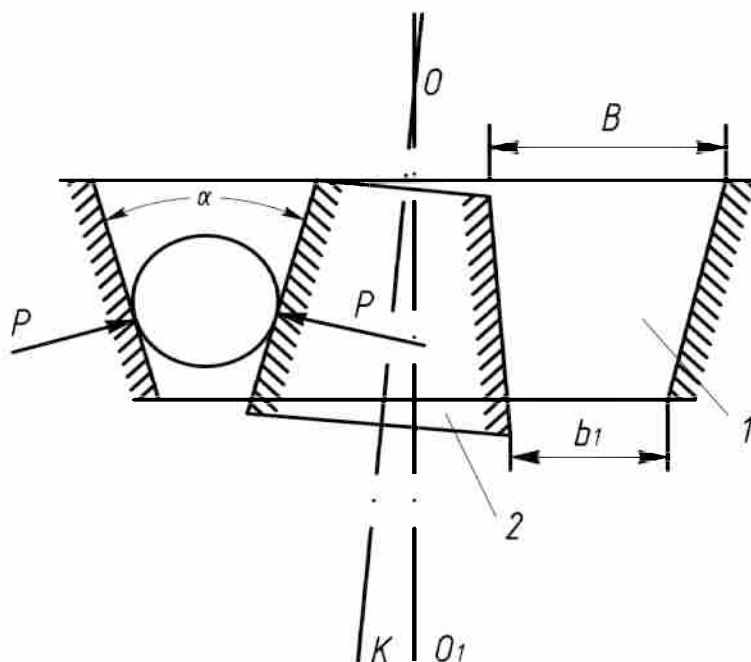
Jag'li maydalagichni ishga tushirish faqat bo'sh (ma'dansiz) holda amalga oshiriladi. Agar, salt ishlaganda noodatiy shovqin (taqillash, dirillash, g'ichirlash va h.k.) mavjud bo'lmasa, maydalagichga ruda yuklanadi. Jag'li maydalagichni ish zonasidagi barcha mahsulotlar tushirib bo'lingandan so'ng to'xtatish mumkin.

3.9-§. Konusli maydalagichlarning tuzilishi va ishlash tamoyillari

Konusli maydalagichlarda mahsulotning maydalanishi qo'zg'almas konus 1 va uning ichida joylashgan harakatlanuvchi (may-

dalovchi) konus 2 o'rtasida joylashgan halqasimon bo'shliqda amalga oshiriladi (36-rasm).

Harakatlanuvchi konusning aylanish o'qi KO qo'zg'almas konusning o'qi O_1O tomon sezilarsiz darajada egilgan bo'lib, u belgilangan eksentriklik (ye) ning ma'lum bir qiymatini ta'minlaydi. Shuning uchun harakatlanuvchi konus eksentrik o'q bo'ylab qo'zg'almas konusning ichkarisida harakatlenganda har yarim aylanish davrida qo'zg'almas konusning devoriga yaqinlashib yoki uzoqlashib giratsion harakatni amalga oshiradi.



36-rasm. Konusli maydalagichning harakatlanish tartibi
 1 – qo'zg'almas konus (korpus); 2 – harakatlanuvchi konus; V –
 qabul qiluvchi tuynukning kengligi; b – chiqarish tuynugining
 kengligi; α – qamrash burchagi;
 R – maydalovchi kuch.

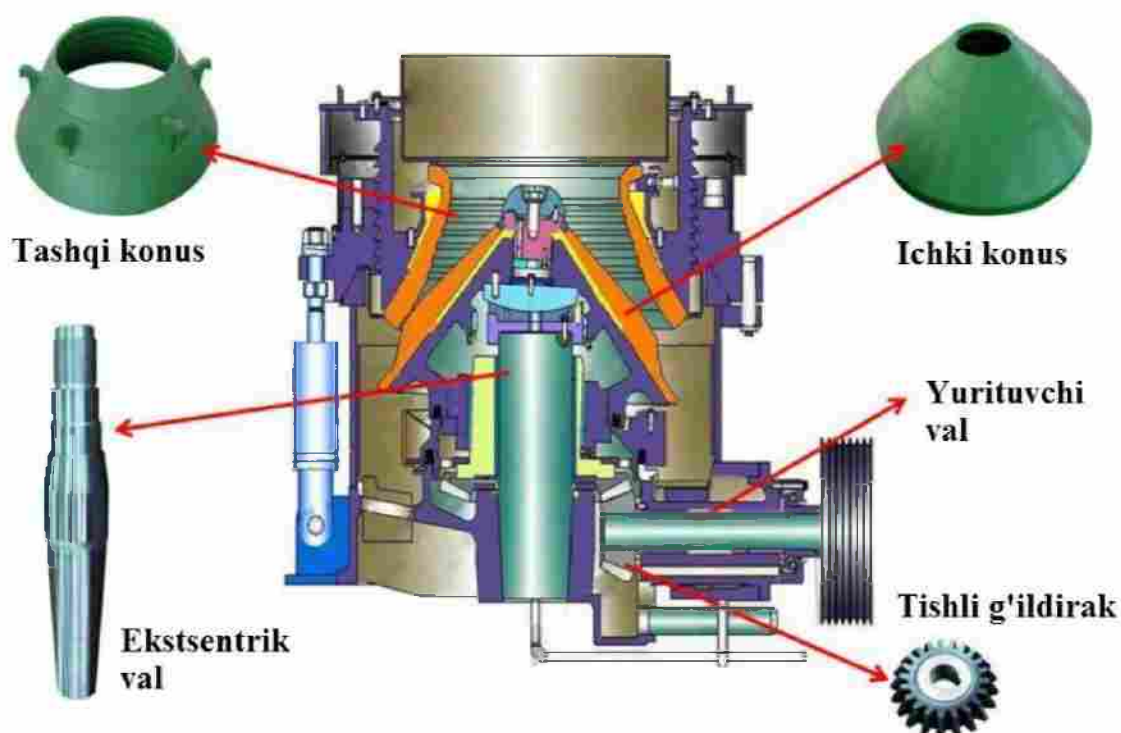
Harakatlanuvchi konus qo'zg'almas konusning ichki yuzasi atrofida aylanayotgandek harakatlanishi natijasida yirik ruda bo'laklarini ezish va qisman ishqalanish va sindirish orqali egri chiziqli shaklga ega bo'lgan maydalovchi yuzalar orasida parchalaydi. Dastlabki mahsulot yuqoridan harakatlanuvchi 2 va qo'zg'almas konus 1 o'rtasiga yuklanadi va maydalangan mahsulot harakatlanuvchi konus qo'zg'almas konusdan uzoqlashgan vaqtda

hosil bo'ladigan tuynuk orqali maydalagichning pastki qismidan chiqarilib yuboriladi.

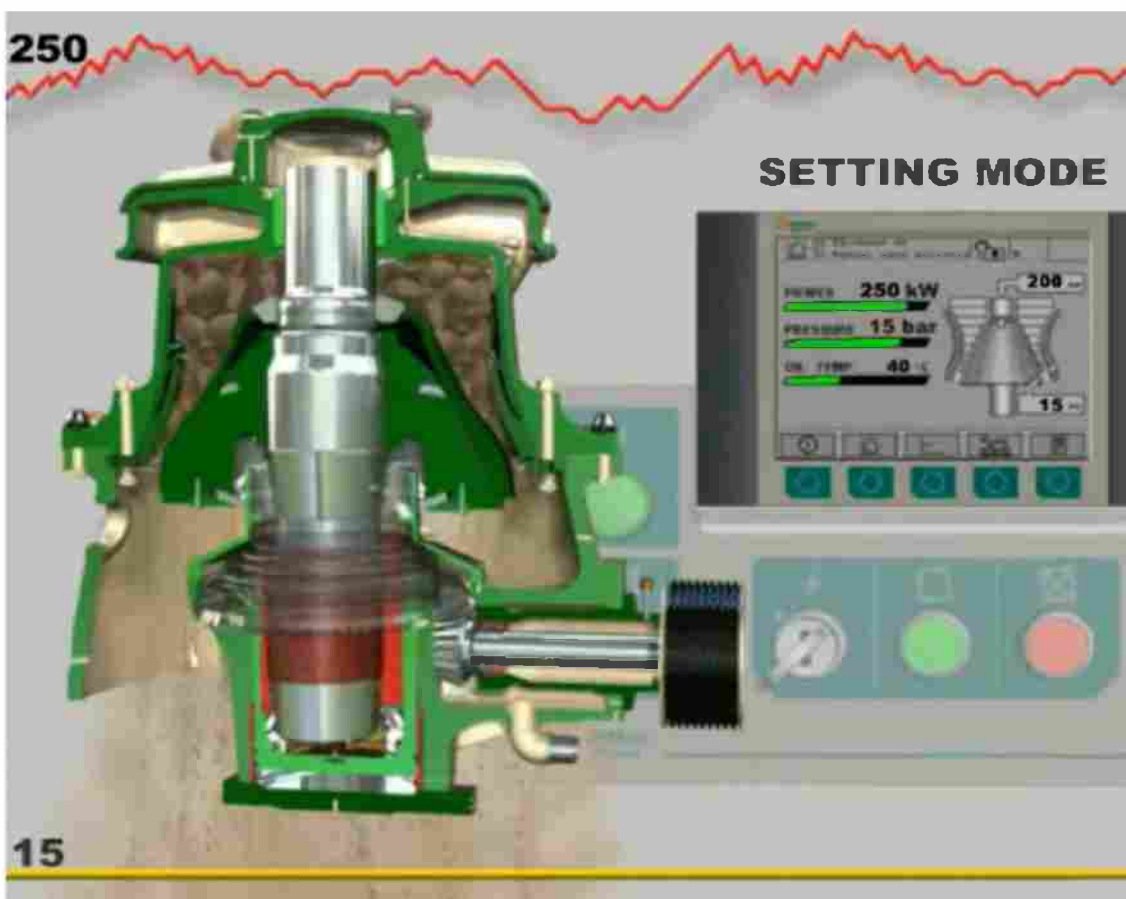
Zamonaviy maydalagichlardagi chiqarish tuynugining kengligi $(0,1-0,2)V$, maydalovchi konusning maksimal diametri esa taxminan $1,5V$ ni tashkil qiladi (bu yerda V maydalagichning rudani qabul qiluvchi tuynugining kengligi). Chiqarish tuynugining kengligi b harakatlanuvchi konusni ko'tarish yoki tushirish orqali moslashtiriladi.

Konusli maydalagichlar ruda, ma'dan, kimyoviy xomashyo va qurilish materiallarini yirik KYM (KKD), o'rta KO'M (KSD) va mayin KMM (KMD) maydalash uchun ishlatiladi.

Yirik, o'rta va mayin maydalagichlarning bir biridan asosiy farqlari: ularning ishchi bo'shlig'ining profili; ishchi konus harakatining kinematikasi va uni tayanib turish usuli; mashinaning harakatlantirish mexanizmi; maydalangan mahsulotni bo'shatish (tushirish) usuli va maydalovchi kuchni qo'zg'atish usulidadir.



37-rasm. Konusli maydalagichning tuzilishi



38-rasm. Konusli maydalagichning ishlash tartibi

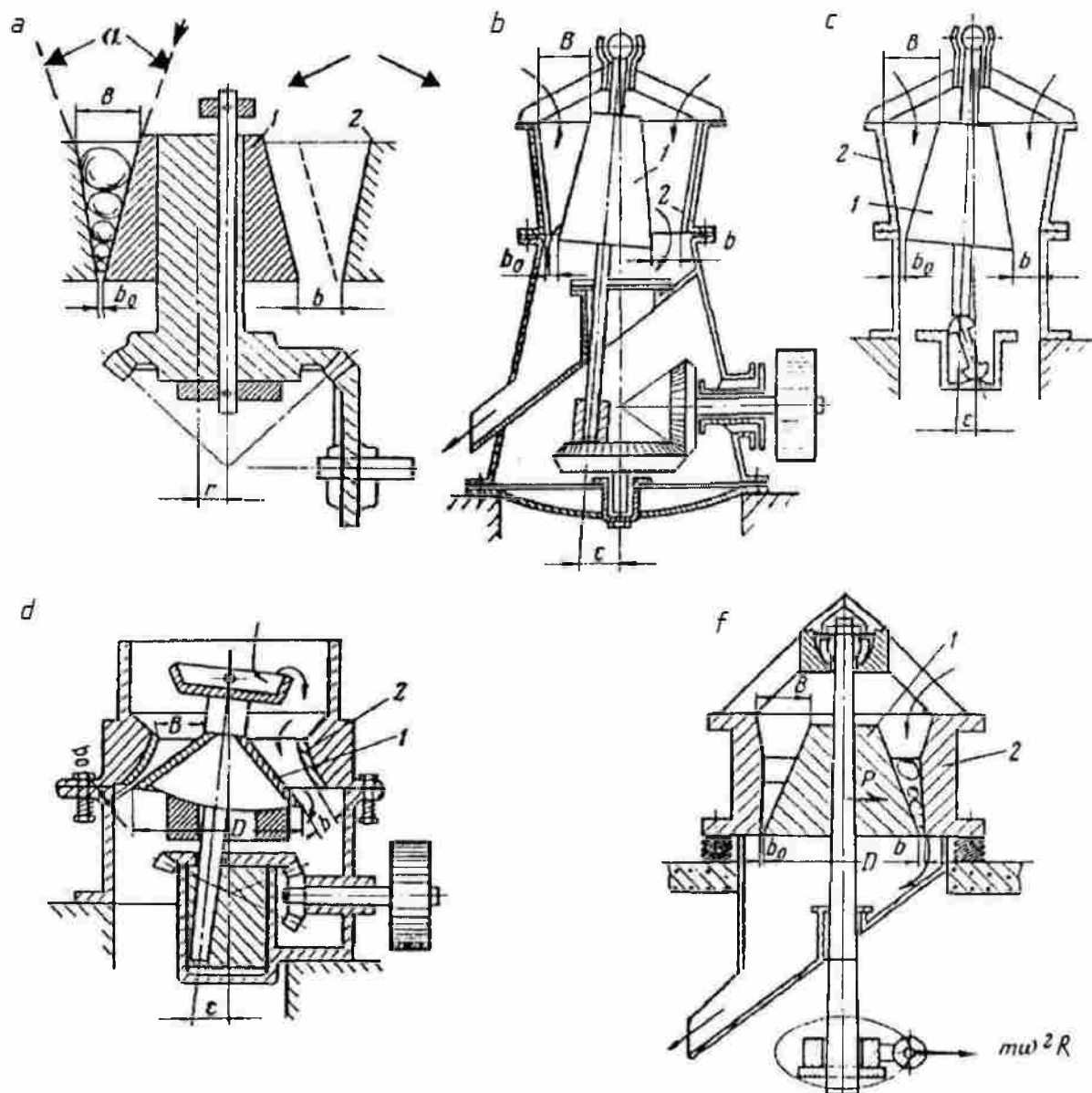
Yirik maydalovchi konusli maydalagichlarda (39-rasm, a, b, s) tik (konuslik burchagi kichik) harakatlanuvchi konus 1 qo'zg'almas o'q atrofida harakatni eksentrik valdan konussimon tishli g'ildirak yordamida oladi. Qo'zg'almas konus (piyola) 2 katta asosi bilan yuqoriga qaratib o'rnatiladi.

O'rta va mayin maydalovchi konusli maydalagichlarda (39-rasm, d) Eksentrik stakan yordamida harakatlanuvchi valga mahkamlangan nishab (konuslik burchagi kattaroq) harakatlanuvchi konus 1 katta asosi bilan pastga qaratib o'rnatilgan qo'zg'almas konus 2 ning ichida joylashadi.

Bunday maydalagichlarda maydalovchi konus qo'zg'almas konusga maksimal yaqinlashgan vaqtda l uzunlikdagi parallel zona hosil bo'ladi.

Ushbu zonaning kengligi maydalangan mahsulotning o'lchamlarini aniqlaydi.

Yirik va mayin maydalovchi konusli maydalagichlar eksentrik val va eksentrik stakan turidagi yuritgichga ega bo'lishi mumkin. Harakatlanuvchi konusi harakatni eksentrik stakan orqali oladigan yirik maydalovchi konusli maydalagichlar keng tarqalgan.



39-rasm. Konusli maydalagichlarning sxemalari:

a – qo‘zg‘almas o‘qli konusli maydalagich; *b* – vali osib qo‘yilgan konusli maydalagich (KKD "giratsion"); *c* – tirkakli valga ega konusli maydalagich (GRSh); *d* – sharli tovon tirkakka tayanadigan valli konusli maydalagich (KSD va KMD); *f* – konusli inersiyali maydalagich (titrovchi eksentriksiz KID).

Maydalagichga yuklanadigan mahsulotning eng yirik bo'lagining nominal o'lchami d_n qabul qiluvchi tuynukning radial kengligi B orqali aniqlanadi.

Odatda $d_n = 0,8B$.

Maydalangan mahsulotning yirikligi va maydalagichning ish unumdorligi avvalambor maydalangan mahsulotni bo'shatish tuynugining kengligi b ga bog'liq.

Konusli maydalagichlarda maydalash jarayoni uzluksiz sodir bo'ladi. Maydalangan mahsulot o'z og'irligi bilan maydalagichning maydalangan mahsulotni bo'shatish tuynugi orqali tushib ketadi. Maydalovchi organlar bir-biriga yaqinlashganda mahsulotni bo'shatish tuynugining kengligi b_o gacha qisqaradi, $b_o = b - s$, bu yerda s – konusning pastki nuqtadagi qadami (ikkilangan amplituda).

Konusli maydalagichlarning texnologik parametrlari

KKD va KRD turidagi konusli maydalagichlarning nominal o'lchamini turi aniqlaydigan nominal o'lcham mahsulotni qabul qilish tuynugining kengligi B va ochiq holatlagi maydalangan mahsulotni bo'shatish tuynugining kengligi b hisoblanadi.

Beshta o'lchamdagi maydalagichlar birlamchi yirik maydalash uchun mo'ljallangan: KKD-500/75, KKD-900/140, KKD-1200/150, KKD-1500/180 va KKD-1500/300; ikkilamchi yirik maydalash uchun esa uchta o'lchamdagi reduksion maydalagichlar: KRD-500/60, KRD-700/75 va KRD-900/100 mo'ljallangan [2,3].

Konusli maydalagichlarning mexanik tartibining asosiy parametrlari bo'lib: qamrash burchagi; diametri, eksentriklik va maydalovchi konusning qalami; uning tebranish chastotasi; maydalash kuchi va quvvat sarfi hisoblanadi.

Yirik maydalovchi konusli maydalagichlarning **qamrash burchagi** deb qo'zg'almas konusning ichki yuzasi va maydalovchi konusning tashqi yuzasi o'rtasidagi burchakka aytiladi (36-rasm).

Yirik maydalovchi konusli maydalagichlarning qamrash burchagi xuddi jag'li maydalagichnikiga o'xshash holda aniqlanadi. U ishqalanish burchagining ikkilanganidan ortiq katta bo'lmasligi kerak. Ushbu maydalagichlarda qamrash burchagi odatda 24° dan 28° gacha o'zgarib turadi.

Yirik maydalovchi konusli maydalagichlarda maydalagichning maksimal ish unumdorligiga erishiladigan eksentrik stakanining **aylanish chastotasi** eng foydali hisoblanadi.

Eksentrik valning aylanish chastotasi zavodda qabul qilingan konusning tebranish chastotasiga mos bo'lib, u quyidagi nisbat orqali aniqlanishi mumkin:

$$n_0 = 190 - 60 B \quad (3.29)$$

Konusli maydalagich **elektr dvigatelining quvvati** N_{dv} konus diametri D ning kvadratiga, eksentriklik va tebranishlar chastotasi n_0 ga mutanosib hisoblanadi:

$$N_{dv} \approx K_N D^2 r n_0 \quad (3.30)$$

bu yerda, K_N - maydalagichning konstruksiyasini hisobga oluvchi koeffitsient.

Konusli maydalagichning hajmi bo'yicha ish unumdorligi quyidagi empirik formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$Q_h = K_1 K_f K_w K_y D^2 r n_0 b, \quad (3.31)$$

bu yerda, K_1 - koeffitsient (KKD maydalagichlari uchun $K_1 = 0,6$ va KRD maydalagichlari uchun $K_1 = 0,7$); K_y , K_f va K_w - yiriklik, qattqlik va namlik uchun tuzatish koeffitsientlari (3-jadvalga qarang); r - eksentriklik; b - maydalangan mahsulotni bo'shatish tuynugining kengligi; D - konusning diametri.

Maydalagichning o'lchamlari, rudaning fizikaviy xossalari (mustahkamlik, namlik, yiriklik), maydalanish darajasi va boshqa omillarga bog'liq holda maydalagichlarning ish unumdorliklari: yirik maydalovchi konusli maydalagichlarda 150 dan 2300 m³/soat oraliq'ida, o'rtacha maydalovchi maydalagichlarda 20 dan 2000 t/soatgacha, mayin maydalovchi konusli maydalagichlarda 20 dan 1000 t/soatgacha bo'lishi mumkin.

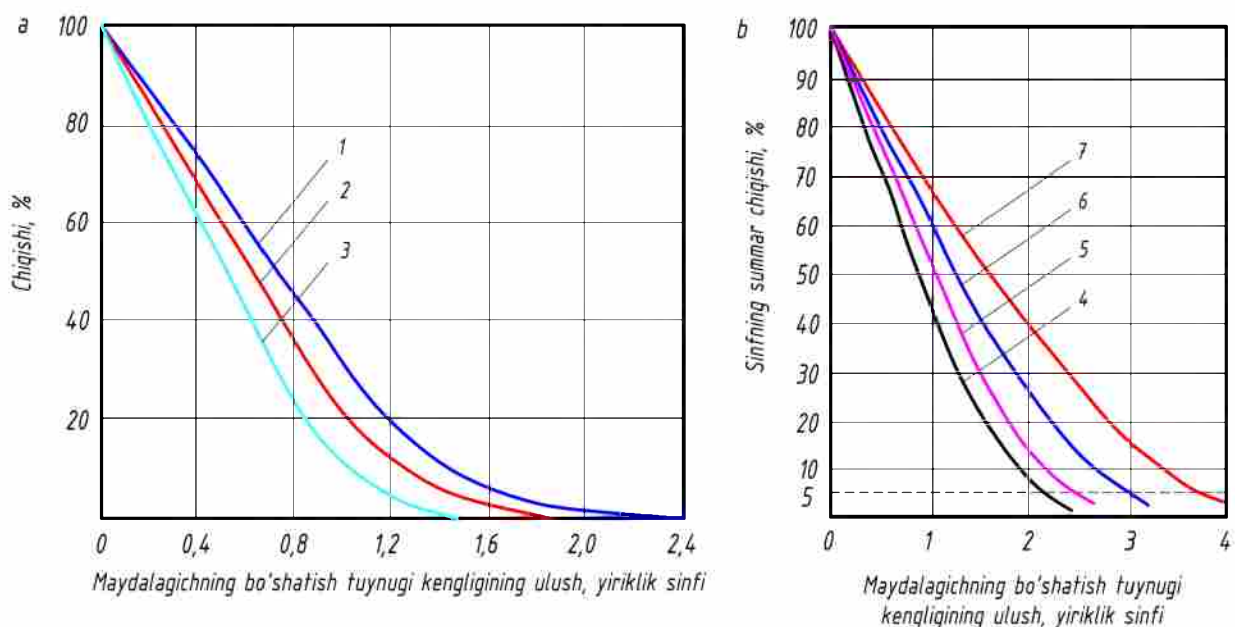
Maydalanish darajasi 8 ga yetishi mumkin, ammo, odatda maydalagichlar 3 dan 4 gacha oraliqdagi maydalanish darajasida ishlaydi, maydalashga sarflanadigan energiya bir tonna maydalangan mahsulot uchun 0,1 dan 0,8 kVt soatni tashkil qiladi.

Konusli maydalagichlarning ishlatilishi

Yirik maydalovchi konusli maydalagichga ($B > 900$ mm) ruda vagon (avtosamosval) orqali beriladigan holatda maydalagich tiqilish (zaval) ostida ishlashi mumkin, bu esa maydalanuvchi mahsulotni ag'dariluvchi vagondan bevosita yuklanishini ta'minlaydi (40-rasm, a.). Kichikroq o'lchamdagi maydalagichlar tiqilish ostida ishlay olmaydi, shu sababli ularda dastlabki mahsulot uchun qabul qiluvchi moslama o'rnatish ko'zda tutiladi. Bunday holda, qabul qiluvchi qurilmadan mahsulot maydalagichga plastinkali ta'minlagich orqali yuboriladi.

Maydalangan mahsulot lentali konveyerga tushiriladi va keyingi maydalash bosqichiga yuboriladi. Odatda, mahsulot o'rta maydalashga lentali konveyer yordamida yetkazib beriladi, maydalagichdan avval esa maydalash jarayoniga tushishi kerak bo'lmagan mayin mahsulotni elash uchun g'alvir o'rnatiladi. G'alvirdan elak usti mahsuloti maydalagichga tushadi, elak osti mahsuloti esa maydalagichga tushmasdan maydalangan mahsulot konveyeriga yuboriladi (40-rasm, b.).

Katta unumdorlikka ega boyitish fabrikalarida yirik maydalash bo'linmasining ishlash tartibi odatda o'rta va mayin maydalash bo'limlarining ishlash tartibiga to'g'ri kelmaydi.



40-rasm. Yirik (a), o'rta va mayin (b) maydalovchi konusli maydalagichlarning maydalangan mahsulotining namunaviy xususiyatlari: 1 – qattiq rudalar; 2 – o'rta qattqlikdagi rudalar; 3 – yumshoq rudalar; 4 – KSD-Gr (dag'al maydalash); 5 – KSD-T (mayin maydalash); 6 – KMD-Gr; 7 – KMD-T.

Shu sababli, ushbu bo'linmalar o'rtasida yirik maydalangan ruda ombori quriladi, bu ayni paytda bir vaqtning o'zida o'rta maydalash maydalagichlariga rudani taqsimlab berish uchun ishlatiladi, chunki, unumdorlik jihatidan bir nechta parallel ishlaydigan maydalagichlarni o'rnatishga to'g'ri kelib qolishi mumkin. Ombordan ruda bitta har bir maydalagichga alohida konveyerlar bilan yuboriladi (40-rasm, b.). Zamonaviy boyitish fabrikalarida o'rta va mayin maydalovchi maydalagichlar bir xil darajada va bitta binoda joylashadi. Rudani maydalagichlarga tarqatish uchun kichik sig'imga ega bo'lgan bunkerlar qurilgan bo'lib, ularning ostida elaklar o'rnatiladi. Yirik sinfdagi mahsulot maydalagichga kalta konveyer yordamida yetkaziladi.

Bunday joylashtirish tartibida barcha maydalagichlar bitta yig'ma konveyerning ustiga joylashtiriladi. Bu konveyer orqali maydalangan mahsulotlar maydalagichdan chiqarib yuboriladi.

Yirik maydalovchi konusli maydalagichlarda maydalanish darajasi 6 ga teng bo'lganda maydalashga sarflanadigan energiya bir tonna maydalangan mahsulot uchun 0,1 dan 0,8 kVt soatni tashkil qiladi.



41-rasm. O'rta va mayin maydalovchi konusli maydalagichlarning o'rnatilishi

Muntazam ravishda ishqalanib yemirilish natijasida almashtiriladigan yoki ta'mirlanadigan qismlari: qo'zg'aluvchi konusning yoki traversaning tashqi qo'zg'almas qoplamasi, maydalovchi konusni osib qo'yilgan val bilan aloqadagi yuzasi va eksentrik stakanning yuzasi; eksentrik stakanning tirgakli halqasi va yurituvchi valning vtulkasi hamda konussimon tishli g'ildirak. Tashqi qo'zg'almas qoplamalarning ishga yaroqlilik muddati 6 oydan 2 yilgacha (odatda taxminan 1 yil).

Konusli maydalagichlarda maydalash vaqtida po'latning sarfi qoplamalarning ishqalanish natijasida yemirilishiga bog'liq. Marganesli po'lat qoplamalaridan foydalanilganda uning sarfi 0,005 dan 0,03 kg/tonnagacha yetadi.

Konusli maydalagichlar maydalash maydonida maydalanuvchi mahsulot bo'lganda ishga tushiriladi. Ishga tushirishdan oldin moy rezervuaridagi moy miqdori tekshiriladi. Avval moylash tizimi nasosi va moyni sovutish tizimi ishga tushiriladi.

O'rta va mayin maydalovchi maydalagichlarga ruda bilan birga metall buyumlar tushib qolishi oqibatida maydalagich sinishi va ishdan chiqishi mumkin. Maydalagichga rudani yetkazib beriladigan konveyer bo'ylab ikkita metall aniqlovchi qurilma o'rnatiladi va ularning o'rtasiga osilib turuvchi kuchli maydonga ega bo'lgan elektromagnit o'rnatiladi.

Konusli maydalagichlar yuqori unumdorligi, nisbatan kam solishtirma energiya sarfiga egaligi va yirikligi jihatidan bir xil bo'lgan maydalangan mahsulot berish qobiliyati tufayli tog'-kon sanoatida keng qo'llaniladi. Konusli maydalagichlarning kamchiligi (jag'li maydalagich bilan taqqoslaganda) quyidagilardir: murakkab tuzilishga egaligi va qimmatligi, o'lchamlarining (balandligi) kattaligi, xizmat ko'rsatish va tuzatishning murakkabligi.

3.10-§. Maydalagichlarni avtomatlashtirish

Ruda boyitish fabrikalarida ishlab chiqarish unumdorligi maydalagich ishchi maydonining to'ldirilish darajasi, maydalangan mahsulot yirikligi, bunkerni ruda bilan to'ldirilishi va boshqalar nazorat qilinadi. Maydalagichlarning ishlab chiqarish unumdorligi odatda vagonli yoki konveyerli tarozilar yordamida maydalagich dvigatelining iste'mol qiladigan quvvati yoki ishchi maydonni ruda bilan to'ldirilish sathi orqali boshqariladi.

Ishlab chiqarish unumdorligini to'ldirish sathi bo'yicha boshqaruvchi sxema maydalagichni amalda to'ldirilishini to'liqroq

aniqlashga va uni rudaning yirikligi hamda qattiqligi o'zgarganda optimal darajada ushlab turishga imkon beradi. Umumlashgan sxemalar ancha istiqbolli hisoblanadi. Ularda ishlab chiqarish unumdorligini boshqaruvchi signal bo'ylab maydalagich dvigateli iste'mol qiladigan tok yoki quvvat hisoblanadi. Maydalagichni yuk ostida bosilib qolishining oldini oluvchi yordamchi signal bo'lib uning ishchi maydonidagi ruda sathi hisoblanadi.

Maydalagich elak bilan yopiq siklda ishlaganda uning ishlab chiqarish unumdorligi dastlabki rudaning ta'minlagichiga ta'sir etib boshqariladi.

Maydalash jarayonini nazorat qilish uchun sanoat televideni-yasi, granulometrlar, sath o'lchagichlar, tasmali konveyerlarda metallarni topish uchun MT-6 turdagi metall qidirgichlar ishlatiladi.

Maydalash siklini avtomatlashtirish ishlab chiqarish unumdorligini va dastgohlarning vaqt bo'yicha ishlatish koeffitsientini oshirishga, mehnat unumdorligini ko'tarishga va xizmat ko'rsatuvchi xodimlar sonini qisqartirishga yo'naltirilgan.

Boyitish fabrikalarini texnologik normalash loyihalariga asosan rangli va qora metallar rudalari uchun avtomatlashtirishning quyidagi asosiy tizimlari ko'zda tutiladi:

1. Maydalangan mahsulotni masofaviy bo'shatishni ta'minlash uchun maydalash sexining qabul qiluvchi bunkerlariga dastlabki rudalarni berishdan oldin vagonlarning holati qayd qilinadi. Bunda relsli, magnitli va boshqa turdagi datchiklarni o'rnatish tavsiya qilinadi.

2. Maydalagichdan oldin o'rnatiladigan bunkerlarda rudaning minimal sathini nazorat qilish. Rudani yuklashda ta'minlagich plastinkalarining shikastlanishini oldini olish uchun bunkerda ruda «o'rindig'i» bo'lishi kerak.

3. Maydalagich tiqilib qolganda majburiy to'xtashlardan ogohlantirishning nazorati radioktiv yoki elektrod datchiklar orqali signal berib amalga oshiriladi.

4. Podshipniklarning qizib ketganligi haqida signal beruvchi, yog'ning harorati, ularga yog'ni berishni to'xtatuvchi signallar nazorat qilinadi.

5. Yirik maydalovchi maydalagichdan keyingi, oraliq omborlardan keyingi va boyitish korpuslari bunkerlaridan oldingi mahsulot konveyer tarozilari yordamida hisobga olinadi.

6. Sizib chiqayotgan mahsulot oqimi haqida operatorga axborot berish uchun ta'minlagich va konveyerlardagi rudaning mavjudligi elektrod va boshqa turdagi datchiklar yordamida nazorat qilinadi.

7. Metall qidirgichlar yordamida ruda oqimidan metall buyumlarni topish va uni chetlashtirish. Agar metall buyum konveyerdan olib tashlanmagan bo'lsa, konveyerni to'xtatish ko'zda tutiladi.

8. Maydalangan mahsulot yirikligi nazorat qilinadi.

Avtomatlashtirishning istiqbolli tizimlari maydalangan mahsulotning granulometrik tarkibini, omborlarning va oraliq bunkerlarning ruda bilan to'ldirish darajasini nazorat qilish ko'zda tutilmoqda. Avtomatlashtirishning asosiy sistemalariga bir qator boyitish fabrikalarida sanoat miqyosida tekshirilgan tizimlar, istiqbolli tizimlarga esa tekshirish talab qilinadigan, avtomatlashtirish vositalari seriyali ishlab chiqarilmaydigan tizimlar kiradi.

Maydalagichni boshqarish maydalagich ishchi maydoniga tushadigan mahsulotning miqdorini barqarorlashtirishdan iborat. Agar mahsulot balandligi belgilangan qiymatdan ortiq bo'lsa, beriladigan oqim kamaytiriladi, agar zaxira belgilangandan kam bo'lsa oqim kuchaytiriladi.

Maydalash siklini avtomatlashtirish sxemasi ma'lum texnologik ketma - ketlikni saqlagan holda maydalagich va yordamchi mexanizmlarni ishga tushirish va to'xtatishni ta'minlaydi.

3.11-§. Maydalash sxemalari va ularni tanlash

Maydalash, g'alvirlash va yanchish kabi ruda tayyorlash sxemalari boyitiluvchanlikka tekshirish natijalari asosida rudaning xususiyatlarini, ishlatilishi mumkin bo'lgan dastgohlarning texnologik xarakteristikasi va xossalari hamda tartibi o'xshash bo'lgan mahsulotni qayta ishlash natijalari asosida tanlanadi.

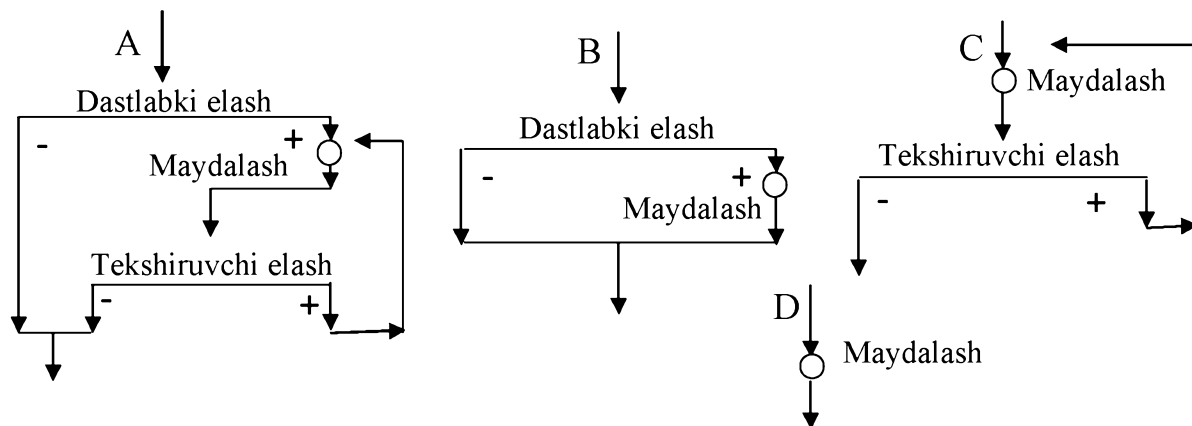
Fabrikaga berilayotgan mahsulotning o'lchami loyihaning kon qismida, boyitishning birinchi jarayoniga tushayotgan mahsulotning o'lchami va boyitish usuli boyituvchanlikka tekshirish natijalari asosida aniqlanadi. Rudaning qattiqligi, granulometrik tarkibi, namlik, loyning miqdori, maydalanuvchanlik, elanuvchanlik, yanchiluvchanlik kabi fizik xossalari maydalash, g'alvirlash va yanchish usullarini va bu jarayonlarni bajaruvchi dastgohlarning turini belgilashga imkon beradi. Sxemani tanlashga loyihalashning umumiy sharoitlari: rayonning iqlim sharoiti, korxonaning ishlab chiqarish unumdorligi, konni qazish usuli, rudani fabrikaga berilish usuli va boshqa ko'pgina omillar ham ta'sir etadi. Ba'zi hollarda yirik bo'lakli rudani ajratib olib, yig'ib qo'yishga to'g'ri keladi. Loyihada sinovdan o'tgan yechimlarni qo'llash yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarning oldini oladi. Ayrim texnologik bo'g'imlarni qaytadan qurish katta xarajatlarni talab qiladi va korxonaning sanoat quvvatini o'zlashtirishga vaqtni boy beradi.

Maydalash jarayonlari foydali qazilmani tegirmonlarda yanchish uchun yoki to'g'ridan-to'g'ri boyitish jarayonlariga tayyorlash uchun qo'llaniladi. Maydalovchi-saralovchi fabrikalarda esa maydalash jarayonlari mustaqil ma'noga ega.

Maydalash sxemalariga odatda dastlabki va tekshiruvchi elash jarayonlari qo'shiladi.

Maydalash jarayonlari ularga tegishli elash jarayonlari bilan birgalikda maydalash bosqichini, maydalash bosqichlarining yig'indisi esa maydalash sxemasini tashkil qiladi.

Maydalash bosqichlari 4 xil ko‘rinishga ega bo‘ladi: A - dastlabki elash, maydalash va tekshiruvchi elash; B - dastlabki elash va maydalash; S - maydalash va tekshiruvchi elash va D - maydalash jarayonlari (42-rasm) [2].



42-rasm. Maydalash sxemalarining ko‘rinishlari

Maydalash sxemalari bir, ikki, uch va undan ortiq maydalash bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Bir bosqichli maydalash sxemalarining soni maydalash bosqichlari ko‘rinishlarining soniga teng, ya‘ni 4 ga teng. Mumkin bo‘lgan ikki bosqichli maydalash sxemalarining soni nisbatan ko‘p.

Ularning umumiy soni $4^2 = 16$ (AA, AB, AS, AD, BA, BB, BC, BD, SA, DB, SS, SD, DA, DB, DS, DD).

Mumkin bo‘lgan uch bosqichli maydalash sxemalarining umumiy soni $4^3 = 64$ ta.

Mumkin bo‘lgan ko‘p sonli sxemalarining ichidan eng to‘g‘ri (maqsadga muvofiq) sxemani tanlash uchun alohida maydalash bosqichlarida dastlabki va tekshiruvchi elashni qo‘llash zaruriyati masalasini hal qilish kerak.

Maydalash bosqichlarining soni maydalanuvchi mahsulotning dastlabki va oxirgi o‘lchami bilan aniqlanadi.

Yirikroq o‘lchamdagi ruda katta mehnat unumdorligi va ochiq kon ishlarida, maydaroqlari esa konning kichik ishlab chiqarish quvvati va yer osti usulida olinadi.

Rudadagi eng katta bo'lakning o'lchami loyihaning kon qismi tomonidan belgilanadi.

Ruda bo'laklari o'lchamining konni ishlab chiqarish unumdorligi va qaysi usulga taxminan bog'liqligi quyidagi jadvalda berilgan:

Yanchish bo'limiga tushayotgan ruda bo'laklarining maksimal o'lchami quyidagicha qabul qilingan:

sterjenli tegirmonlar uchun 15÷20 mm.

sharli tegirmonlar uchun 10÷15 mm.

Yanchishning dastlabki bosqichida oson bo'linuvchi, shuningdek loyli va nam rudalar uchun yiriklikni 20-25 mm gacha oshirilishi mumkin.

5-jadval.

Ruda boyituvchi fabrikalar uchun ruda bo'laklarining maksimal o'lchami

Fabrikaning ruda bo'yicha i/ch unumdorligi ming tonna/yiliga	Bo'lakning maksimal o'lchami, mm	
	ochiq kon usuli	yer osti usuli
Kichik – 500 gacha	500÷600	250÷350
O'rtacha – 500÷3000	700÷1000	400÷500
Katta – 3000÷9000	900÷1000	600÷700
O'ta katta – > 9000	1200	---

Rudadagi va maydalangan mahsulotdagi bo'laklarning berilgan maksimal o'lchamlarida maydalash darajasining chegaralari:

$$S_{\max} = D_{\max}/d_{\min} = 1200/10 = 120$$

$$S_{\min} = D_{\min}/d_{\max} = 250/20 = 12,5$$

bu yerda: S - maydalashning umumiy darajasi. D va d - dastlabki va maydalangan mahsulotdagi eng katta va eng kichik bo'lakning o'lchami, mm.

Umumiy maydalash darajasi har qaysi bosqichdagi maydalash darajalarining ko'paytmasiga teng.

Yirik, o'rtta va mayin maydalash uchun maydalagichlarda bir marta maydalab quyidagi maydalash darajalarini olish mumkin.

- yirik maydalovchi maydalagichlar - 5 gacha.
- o'rtta maydalovchi konusli maydalagichlarda tekshiruvchi elashsiz - 6 gacha.
- shuning o'zi tekshiruvchi elash bilan - 8 gacha.
- mayda maydalovchi konusli maydalagich tekshiruvchi elashsiz - 3÷5 gacha.
- shuning o'zi tekshiruvchi elash bilan - 8 gacha.

Maydalashning minimal darajasi $S_{\min} = 12,5$ ga bir bosqichda maydalashda erishib bo'lmaydi, shuning uchun yanchishdan oldin maydalash bosqichlarining soni 2 tadan kam bo'lmasligi kerak.

Maydalashning maksimal darajasi $S_{\max} = 120$ ga uch bosqichli maydalashda erishiladi, masalan:

$$S_{\max} = 120 = 4 * 5 * 6$$

$$\text{yoki } D_{\max} = 120 = 4,5 * 45 * 6$$

Bundan maydalash sxemasini tanlashning ***birinchi qoidasi*** kelib chiqadi: rudani yanchishga tayyorlashda maydalash bosqichlarining soni ikki yoki uchta bo'lishi kerak.

Bundan istisno tariqasida o'ta qattiq turdagi magnetitli kvar-sitlarni maydalashda 4 bosqichli maydalash sxemalari ishlatiladi.

Dastlabki elash jarayonlari maydalashga tushayotgan mahsulot miqdorini kamaytirish (mayda mahsulotni ajratib olish hisobiga) va mayda maydalagichning ishchi zonasida mahsulotning harakatlanuvchanligini oshirish maqsadida ishlatiladi.

Maydalash sxemalariga dastlabki elash jarayonlarini kiritish kapital sarf-xarajatlarning ortishiga olib keladi va maydalash sexini murakkablashtiradi. Shuning uchun dastlabki elash jarayoni dastlabki ruda tarkibida mayda sinf yetarli miqdorda bo'lganda, shuningdek bu sinfnig namligi yuqori bo'lib, maydalagichning ishlab chiqarish unumdorligini pasaytirsagina qo'llaniladi.

Birinchi bosqichda, agar mayda ruda bo'laklari maydalagichning bo'shatish tuynugidan bemalol tushib ketadigan bo'lsa (>100

mm) sxemada dastlabki elash ishlatilmaydi. Agar dastlabki elash jarayonidan voz kechish 2 ta yirik maydalovchi maydalagich o'rnatishga olib kelsa, unda bitta maydalagichni dastlabki elash jarayoni bilan qo'llash afzal, chunki ikkinchi maydalagichni o'rnatish yirik maydalash bo'limi qurilishining kapital xarajatlarini ikki baravar oshirib yuboradi.

Ko'p hollarda maydalashning ikkinchi bosqichida dastlabki elash jarayonini qo'llash ko'zda tutiladi. Biroq, agar o'rtacha maydalovchi maydalagichni mayda maydalovchi maydalagichga nisbatan ishlab chiqarish unumdorligi bo'yicha zaxirasi ko'p bo'lib, mayda mahsulotni elamasdan berilgan ishlab chiqarish unumdorligini ta'minlay olsa, unda dastlabki elash ko'zda tutilmaydi. Bu masalani hal qilishda rudaning namligini va mayda mahsulot bilan tiqilib qolishi mumkinligini ham hisobga olish kerak.

Maydalashning uchinchi bosqichida bo'shatish tuynugi kichik (6-7 mm) bo'lgani uchun barcha hollarda dastlabki g'alvirlash qo'llanilishi kerak.

Zamonaviy fabrikalarda uchinchi bosqich maydalagichlari dastlabki va tekshiruvchi g'alvirlash bilan ishlaydi. Bu jarayonlar sxemalarga yoki alohida, yoki birlashgan tarzda kiritiladi.

Sxema tanlashning ***ikkinchi qoidasi***:

a) birinchi bosqichda maydalashdan oldin dastlabki elash jarayoni kam ishlatiladi, agar ishlatilsa, ishlatilishga maxsus asoslash talab qilinadi.

b) maydalashning ikkinchi bosqichidan oldin dastlabki elash jarayoni qo'llaniladi, agar uni ishlatishdan voz kechilsa, u asoslanishi kerak.

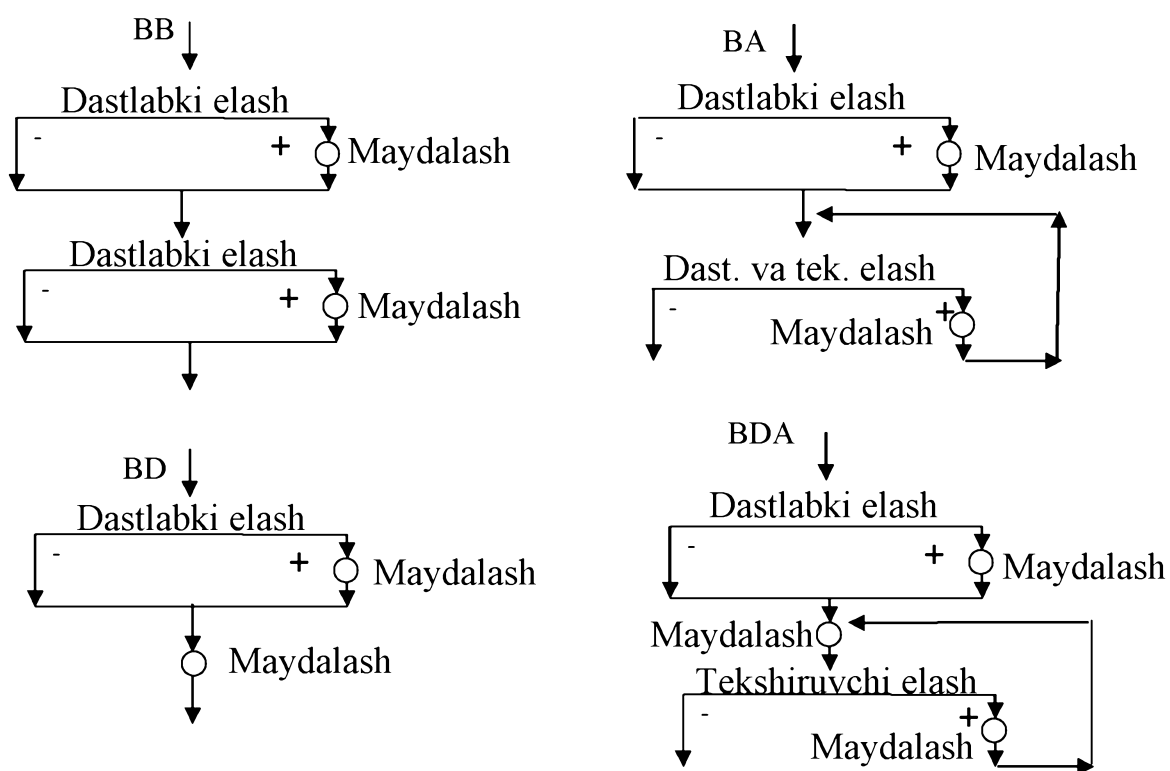
v) maydalashning uchinchi bosqichidan oldin dastlabki elash hamma vaqt qo'llaniladi.

Tekshiruvchi elash jarayonlari maydalanmay qolgan, o'lchami maydalagichning bo'shatish tuynugi o'lchamidan katta mahsulotni maydalagichga qaytarish maqsadida ishlatiladi.

O'rtacha qattqlikka ega rudalarni mayda maydalovchi konusli maydalagichda maydalashda maydalagichga qaytariladigan mahsulotning chiqishi 65 % gacha yetadi, maydalangan mahsulotning shartli maksimal kattaligi bo'shatish tuynugidan 4,5-5 marta ortiq bo'ladi. Qattiq rudalarda esa qaytariladigan mahsulotning chiqishi 85 % gacha, maksimal kattaligi 5,5 ga teng bo'ladi.

Maydalashning oxirgi bosqichida tekshiruvchi elash qo'llan-ganda maydalangan mahsulotning oxirgi o'lchami o'rtacha qattiq-likdagi rudalar uchun 3 marta va qattiq rudalar uchun 3,5 marta kamayishi mumkin.

Sharli va sterjenli tegirmonlarda yanchish uchun optimal hisoblangan 10-20 mm li mahsulot olish amalda konusli maydalagichlarda yopiq siklda maydalashdagina amalga oshiriladi.



43-rasm. Ikki va uch bosqichli maydalash sxemalarining variantlari

Bundan maydalash sxemasini tanlashning *uchinchi qoidasi* kelib chiqadi: sharli va sterjenli tegirmonlarning iqtisodiy jihatdan

samarali ishlashini ta'minlaydigan yiriklikdagi maydalangan mahsulot olish maydalashning oxirgi bosqichida tekshiruvchi uchun g'alvirlash jarayoni bo'lishi shart.

Yuqorida keltirilgan qoidalarga asosan 2 guruh sxemalardan foydalaniladi: birinchisi 25 mm dan katta o'lchamdagi mahsulot olish uchun va ikkinchisi 10-20 mm dan kichik o'lchamdagi mahsulot olish uchun.

Ikki bosqichli BB sxemasi kichikroq o'lchamli dastlabki rudaning, uch bosqichli BBB sxemasi yirik bo'lakli dastlabki rudani maydalash uchun qo'llaniladi. Ikkala sxema ham 25 mm dan kichik o'lchamdagi mahsulot olishni ta'minlaydi (43-rasm).

Oxirgi bosqichi yopiq siklli sxemalarda 10-20 mm o'lchamdagi mahsulot olinadi.

IV BOB. YANCHISH JARAYONI

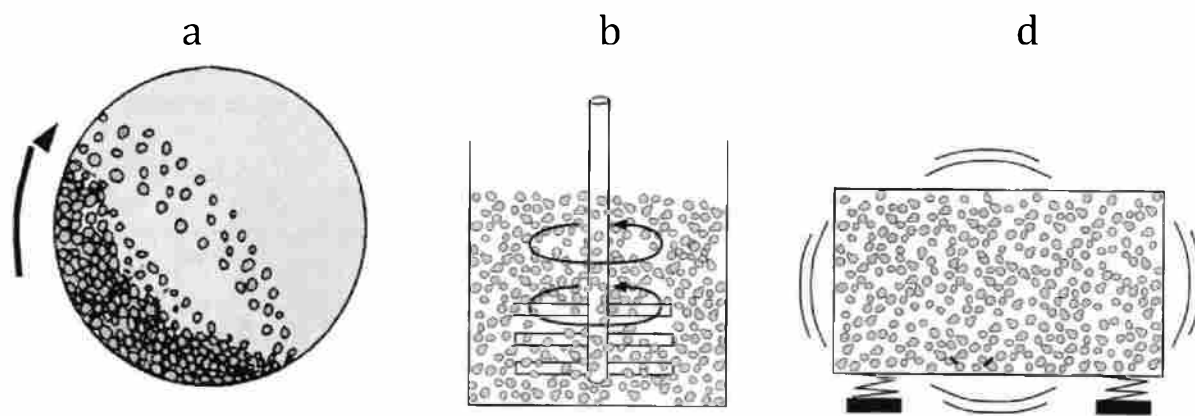
4.1-§. Yanchish jarayoni haqida tushuncha. Rudalarning yanchiluvchanligi

Ruda o'lchamini maydalash yordamida kichraytirishga oxirgi mahsulot o'lchami bo'yicha chegara mavjud. Agar uning o'lchamini yana kichraytirish zarurati tug'ilsa, masalan, 5-20 mm dan kichraytirish, u holda yanchish jarayonini qo'llashga to'g'ri keladi. Yanchish - qattiq zarrachalar o'lchamini kukunsimon holatgacha kichraytirish jarayoni bo'lib, zarba, siqish va ishqalanish kuchlari ta'sirida amalga oshiriladi. Yanchish jarayonining ikkita asosiy maqsadi mavjud:

- qoplama jinslar (ruda) tarkibidagi alohida minerallarni yuzalarini ochib (qoplama jinslar ta'siridan ozod qilib), keyingi boyitish jarayoniga tayyorlab berish;

- mineral zarrachalardan ularning solishtirma yuzalarini oshirish evaziga mayda mahsulot (bo'tana) olish.

Yanchish jarayonida, u maydalagichga qaraganda kengroq, erkinroq maydonda olib borilganligi tufayli mahsulotning tegirmon ichida bo'lish vaqti katta va ish vaqtida yanchishni oson boshqarish mumkin [3].

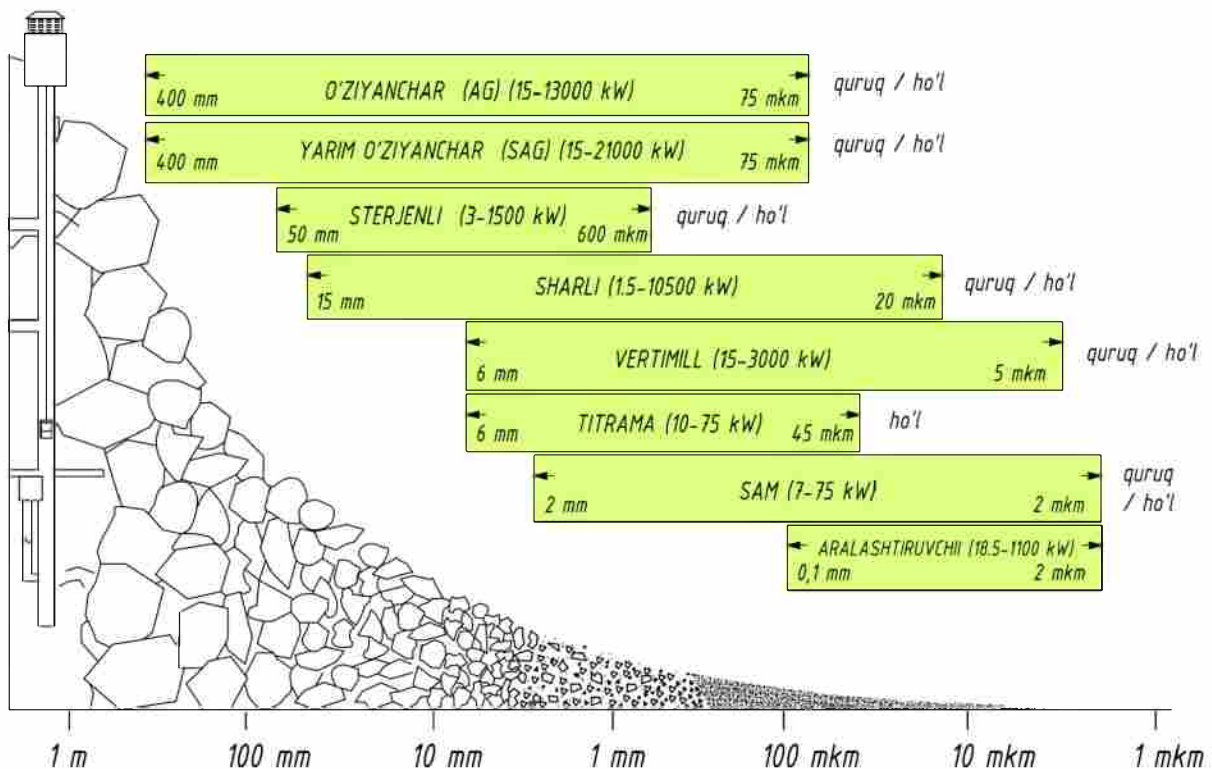


44-rasm. Yanchish usullari.

a - mahsulotnin yumalatish orqali; b - aralashtirish orqali;
d - titratish orqali.

45-rasmda turli xil tegirmonlar uchun yanchilish darajasi va tegirmon quvvatining chegaralarining nazariy qiymatlari keltirilgan. Amaliyotda yanchish yo'li bilan mahsulot o'ichamini kichraytirish bosqichlarda amalga oshiriladi [4].

Yanchish jarayoni barabanli tegirmonlarda amalga oshiriladi. Bunday tegirmonlarni ishlatish yuqori kapital va ekspluatatsion xarajatlar bilan bog'liq. Shuning uchun keyingi paytlarda o'ziyanchar barabanli va boshqa tegirmonlarga katta qiziqish uyg'onmoqda. Ko'p turdagi rudalar uchun o'zini-o'zi yanchishda minerallarning yuzasi yaxshiroq ochiladi, boyitishning sifat-miqdor ko'rsatkichlari ortadi, 1 tonna boyitma olish uchun ketadigan po'latning sarfi kamayadi.



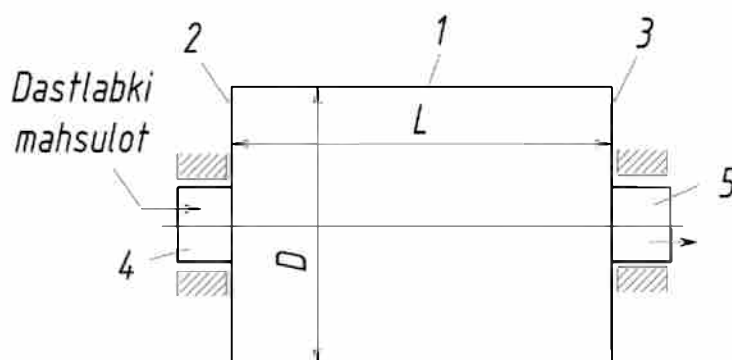
45-rasm. Turli xil tegirmonlar uchun yanchilish darajasi va tegirmon quvvati chegaralarining nazariy qiymatlari.

Barabanli tegirmon yonbosh tarafdin yopiladigan qopqoqli va ichi g'ovak sapfali (bo'yinli) silindrik barabandan iborat. (46-rasm)

Baraban aylanganda yanchuvchi vosita (sharlar, sterjenlar, ruda bo'laklari va boshqalar) va yanchiluvchi ruda ishqalanish hisobiga qandaydir masofaga ko'tariladi, keyin sirg'anadi, dumalaydi va pastga qulaydi. Yanchilish pastga tushayotgan yanchuvchi vositaning urilishi, ezilishi va tegirmon ichida sirg'anuvchi qatlamlar orasidagi ishqalanish hisobiga sodir bo'ladi [2, 3].

Mahsulotning baraban o'qi bo'ylab harakati dastlabki mahsulotni berish va bo'shatish sathlaridagi farqqa hamda dastlabki mahsulotni uzluksiz berilishidagi bosim ostida sodir bo'ladi. Ho'l usulda yanchishda mahsulotni tegirmondan chiqarish suv yordamida, quruq usulda yanchishda esa havo oqimi yordamida sodir bo'ladi.

Barabanli tegirmonlar bir-biridan yanchuvchi vositaning turi, barabanning formasi, yanchish usuli va yanchilgan mahsulotni bo'shatib olish usuli bilan farq qiladi.



46-rasm. Barabanli tegirmonning ishlash prinsipi.

1 – silindrik baraban; 2,3 – yonbosh qopqoqlar; 4,5 – ichi bo'sh sapfa

Boyitish fabrikalarida bo'shatuvchi panjarali sharli, markaziy bo'shatiluvchi sharli, markaziy bo'shatiluvchi sterjenli, «Kaskad»

turidagi ho'l va «Aerofol» turidagi quruq o'ziyanchar tegirmonlar qo'llanadi.

Bo'shatuvchi panjarali tegirmonlarda yanchuvchi vosita sifatida po'lat sharlar ishlatilib, yanchilgan mahsulot panjaraning teshiklaridan o'tadi, keyin lifterlar orqali tegirmonning bo'shatuvchi bo'g'izi markaziga ko'tariladi. Yuklovchi va bo'shatuvchi tomonlari orasidagi bo'tana sathining balandligi h sezilarli darajada. Shuning uchun mahsulotning tegirmon bo'ylab harakatlanish tezligi nisbatan yuqori, bu esa mahsulotni markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlardagiga nisbatan dag'alroq yanchilishiga sabab bo'ladi.

Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarda yuklovchi va bo'shatuvchi tomonlardagi bo'tana sathining balandligidagi farqi h sezilarsiz, mahsulot tegirmon bo'ylab nisbatan sekin harakatlanadi va mayin tuyulgan mahsulot olinadi.

Sterjenli tegirmonlarda yanchuvchi vosita sifatida po'lat sterjenlar ishlatiladi va ularda mahsulot yuklanadigan va bo'shatib olinadigan tomonlarda bo'tananing sathidagi farq markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlardagiga nisbatan katta. Bu hol bo'shatiluvchi sapfa diametrining kattalashtirilgani hisobiga sodir bo'ladi. Ho'l rudali o'z-o'zini yanchishda yanchuvchi vosita sifatida rudaning yirik bo'laklari ishlatilib, tegirmon klassifikatsiyalovchi apparat (g'alvir, gidrosiklon yoki spiralli klassifikator) bilan yopiq siklda ishlaydi. Quruq rudali o'z-o'zini yanchishda tegirmon pnevmatik klassifikator bilan yopiq siklda ishlaydi.

Barabanli tegirmonlarning asosiy o'lchamlari bo'lib, baraban-ning ichki diametri D va uning uzunligi L hisoblanadi.

Yanchish jarayoni quruq va ho'l usulda olib borilishi mumkin. Boyitishdan oldin ho'l yanchish qo'llangani afzal, chunki boyitishning aksariyat usullari suv yordamida amalga oshiriladi. Yanchishning asosiy ko'rsatkichi bo'lib yanchish darajasi hisoblanadi. Bu kattalik xuddi maydalash darajasi kabi qattiq zarrachaning yanchishgacha bo'lgan kattaligining yanchishdan keyingi kattaligiga nisbatidan topiladi.

Dastlabki rudaning **yanchiluvchanligi** deganda uning yanchish natijasida yetarli yiriklikdagi mahsulotga aylanish qobiliyatiga aytiladi. Yanchiluvchanlikni aniqlashning bir necha usullari mavjud: ularning ichida eng ko'p tarqalgani Mexanobr usuli hisoblanadi.

-4,7+0 mm yiriklikda tayyorlangan namuna elab, mayda: -4,7+2,4; -2,4+1; -1+0,5; -0,5+0 mm li sinflarga ajratilib, ulardan 8-10 ta namuna tortib olinadi. Bu namunalarni yanchiluvchanlikka tekshirish $D \times L = 300 \times 215$ mm li sharli tegirmonda amalga oshiriladi. Tegirmonning hajmi $V = 15 \text{ dm}^3$, aylanish chastotasi $n = 64,7 \text{ min}^{-1}$, diametri 25 va 40 mm li sharlarning har qaysisi 14,5 kg dan (tegirmonning to'ldirish darajasi 47 %).

Namunaning og'irligini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$P_n = 0,12V\delta_c \quad (4.1)$$

bu yerda: 0,12 - tegirmonni ruda bilan to'ldirish koeffitsienti (tegirmon hajmidan 12 % hajm miqdorida).

V - tegirmonning hajmi, dm^3 .

δ_c - rudaning sochma zichligi, kg/dm^3 (ruda zichligining 2/3 qismiga teng).

Tayyorlangan namunalar har xil vaqt oralig'ida yanchiladi. Masalan, birinchi namuna 5 min., ikkinchi namuna 15 min. va hokazo. Har qaysi tajribadan keyin yanchilgan mahsulot elab, to'liq tahlil qilinadi, elab tahlil qilish asosida nazorat elakda qolgan qoldiqlar yig'indisining yanchish vaqtiga bog'liqlik grafigi tuziladi. Grafikdan ushbu tegirmonning absolyut solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi aniqlanadi va u etalon rudani yanchishda olingan ishlab chiqarish unumdorligi bilan taqqoslanadi.

Tegirmonning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligini (kg/dm^3 soat) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$q = 60 P_n / (tV) \quad (4.2)$$

bu yerda: t - yanchish vaqti, min.;

P_n - namunaning og'irligi, kg.

Tegirmon yopiq siklda ishlaganda rudaning yanchiluvchanligi uzluksiz tegirmon va klassifikator (gidrosiklon) dan iborat moslamada yoki tegirmon va unga ketma-ket ulangan g'alvirda davriy ravishda aniqlanishi mumkin.

Chet ellarda sanoatda ishlatiladigan tegirmonlarning o'lchamini aniqlash rudani yanchishning laboratoriya tajribalari natijalari asosida amalga oshiriladi.

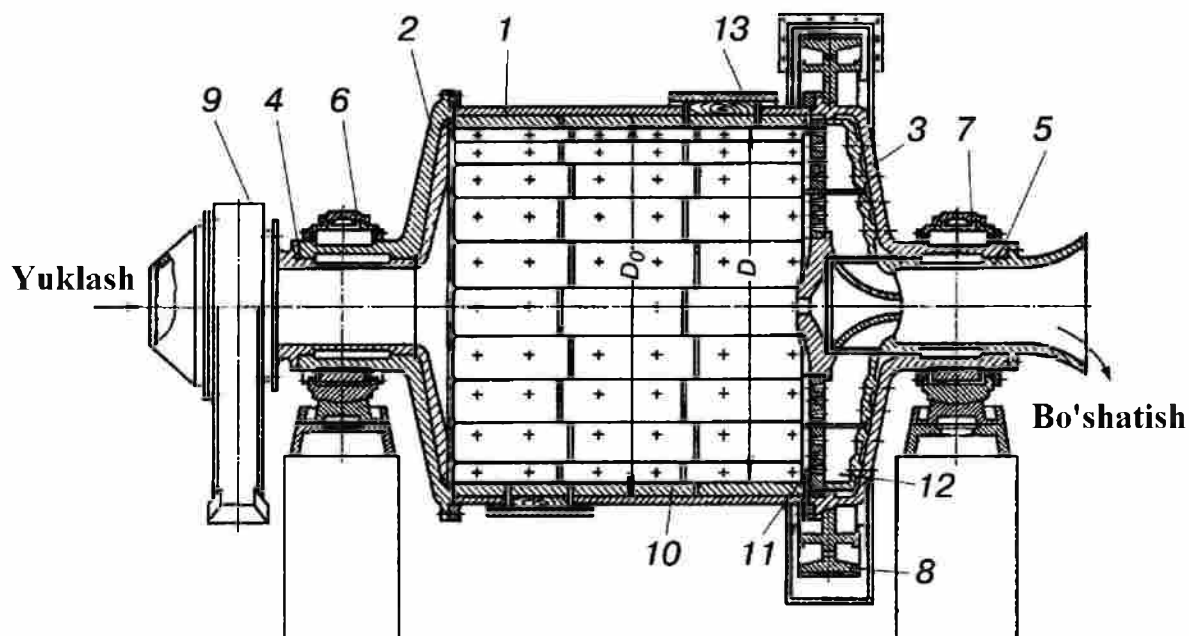
4.2-§. Sharli va sterjenli tegirmonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Bo'shatuvchi panjarali sharli tegirmon yonbosh tomondan yopiladigan qopqoqlar 2, baraban 1 va podshipnik 3 va 7 larga tayanuvchi yuklovchi 4 va bo'shatuvchi 5 saphadan iborat. Baraban elektrodvigateldan uzatuvchi valga o'rnatilgan kichik tishli g'ildirak va barabanga mahkamlangan tishli gildirak 8 orqali aylanadi (47-rasm).

Katta o'lchamli tegirmonlarda sekin harakatlanuvchi elektrodvigatel uzatuvchi valga elastik mufta yordamida, kichik o'lchamdagi tegirmonlarda esa reduktor orqali bog'lanadi.

Dastlabki mahsulot tegirmonga markaziy tuynuk orqali ta'minlagich 9 dan, klassifikator qumi esa chig'anoqsimon cho'mich yordamida yuklanadi. Baraban va yonbosh qopqoqlar ishdan chiqmasligi uchun boltlar yordamida mahkamlanuvchi plitalar bilan, kovak saphalarning ichi esa almashtiriladigan voronkalar bilan qoplanadi. Tegirmonning bo'shatilish tomonida panjara 11 o'rnatilgan, bu panjara va yonbosh qopqoq 3 orasidagi bo'shliq radial to'siqlar - lifterlar 12 yordamida sektorli kameralarga

bo‘lingan bo‘lib, ular sapfa 5 ga ochiladi. Panjara va sektorli kamera yanchilgan mahsulotni tegirmondan majburiy chiqarishga va bo‘tana sathini past ushlab turishga imkon beradi.



47-rasm. Panjarali sharli tegirmon.

- 1 – baraban; 2,3 – yonbosh qopqoqlar; 4 – yuklovchi sapfa; 5 – bo‘shatuvchi sapfa; 6,7 – podshipniklar; 8 – shesternya; 9 – cho‘mich; 10 – qoplamalar; 11 – panjara; 12 – to‘siq-lifterlar; 13 – lyuk.

Tegirmon aylanganda lifter 12 lar bo‘tanani bo‘shatish sapfasi 5 ning sathigacha ko‘tarib beradi va tegirmondan chiqarib olinadi.

Tegirmonga uning hajmining taxminan yarmisigacha turli o‘lchamdagi (40 mm dan to 150 mm gacha) po‘lat yoki cho‘yan sharlar solinadi.

Baraban aylanayotgan vaqtda sharlar dumalab, sirg‘anib, bir-biriga urilib foydali qazilma zarrachalarini yanchadi. Yedirilgan sharlarni chiqarib olishga, tegirmonning ichiga qoplamani kiritish va uni tuzatib turish uchun lyuk 13 xizmat qiladi. Bo‘shatuvchi

sapfaning bo'yni kattaroq diametrga ega, shu tufayli bo'tananing bo'shatish tomonga harakatlanishi sodir bo'ladi.

Tegirmonning nominal o'lchamlari barabanning ichki diametri D va qoplama qalinligini hisobga olmagan holda uning uzunligi L bilan aniqlanadi. Panjarali bo'shatuvchi tegirmon qisqacha MShR - $D \times L$ deb belgilanadi.

Tegirmon barabani po'lat plitadan payvandlab tayyorlanadi, yonbosh qopqoqlar esa cho'yandan yoki po'latdan quyiladi. Ular bir-biri bilan boltlar yordamida ulanadi. Qoplamaning qalinligi h D ga bog'liq holda qabul qilinadi:

D, mm	900	1200-2100	2700-3600	4000-4500
h, mm	70	100	120	140

Yanchuvchi vositaning xarakterli xususiyati (ko'tarilish balandligi, qoplamaning sirg'anish koeffitsienti), tegirmon barabani-ning ishchi hajmi, qoplamaning yemirilishi, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi, elektr energiyasining sarfi, va h.k. lar baraban qoplama plitalarining qalinligi va profili (yon tomondan ko'rinishi) ga bog'liq.

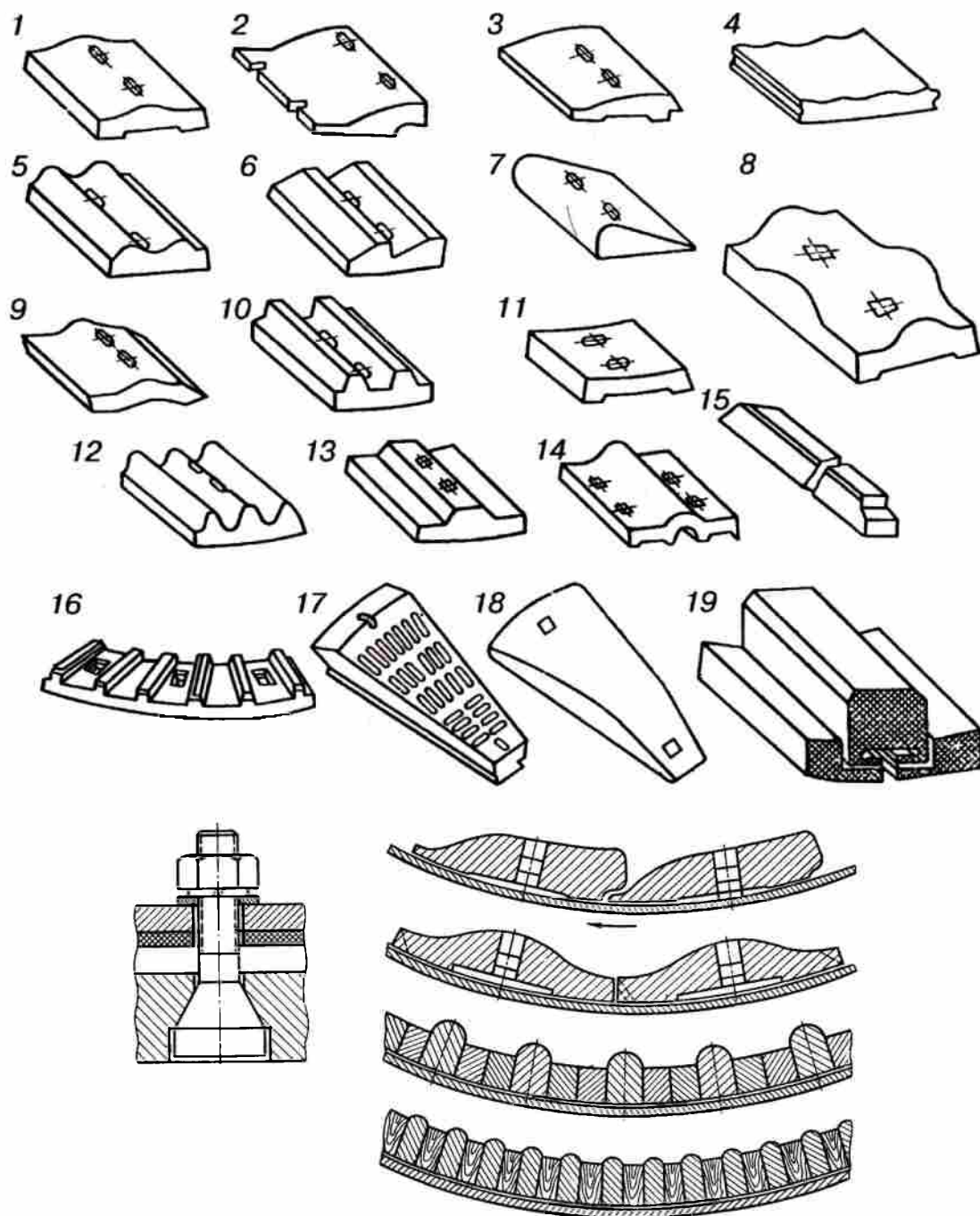
Boyitish fabrikalarida barabanli tegirmon qoplamasining quyidagi turlari ishlatiladi (48-rasm).

Diametri 100-125 mm li sharlar solinuvchi yanchishning I bosqichidagi sharli tegirmon uchun qirrali profilga ega qoplama yaxshi hisoblanadi [4].

U sharlarni qoplama bilan mustahkam bog'lanishini, sharlarni yuqori balandlikka ko'tarilishini, sharlarning sirg'anishini yo'qotishni, plitalarning bir tekis va sekinroq yedirilishini, metallning va elektr energiya sarfining kamayishini, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshirishni ta'minlaydi.

Bu qoplamalar po'latdan tayyorlanadi.

Sterjenli tegirmonlar uchun to'liqsimon ko'rinishli qoplama ishlatilib, u sharli tegirmonlar uchun tavsiya etilmaydi (sharlarning sezilarli darajada sirg'anishi uchun).

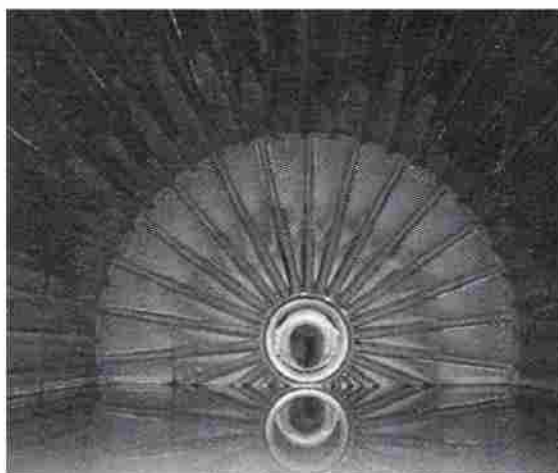


48-rasm. Qoplovchi plitalarning profili:

1-15-po'lat qoplamalar; 16 – o'ziyanchar tegirmonlar qoplamasi;
 17 – bo'shatuvchi panjara sektorlari; 18 – qopqoqlarning sektorli qoplamalari; 19 – rezina qoplama.

Yanchishning II bosqichida sharli tegirmonlar uchun rezinali qoplamalar ishlatiladi.

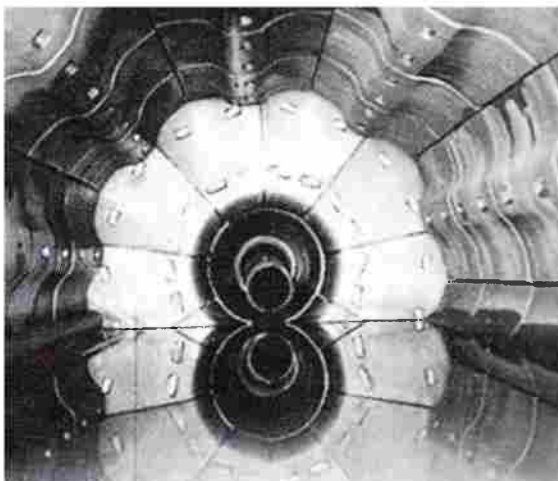
Rezina qoplama



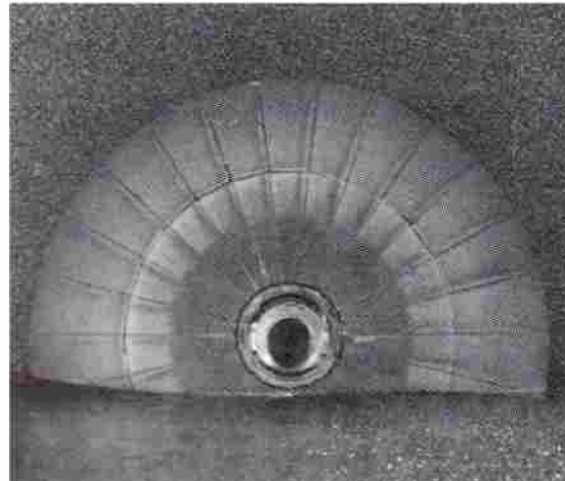
Poly-Met qoplamasi



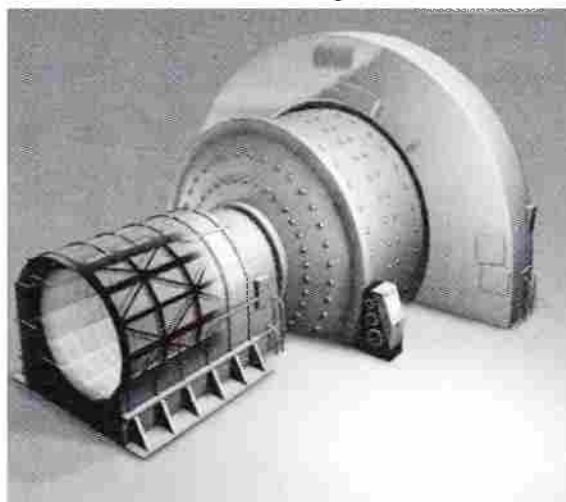
Metall qoplama



Orebed qoplamasi



Barabanli g'alvir



Bo'shatish tizimi



49-rasm. Qoplama elementlari.

Rezinali qoplamaning asosiy elementlari bo'lib lifterlar, plitalar va panjara sektorlari hisoblanadi. Tegirmon barabanining yuklovchi qopqog'iga radiusi bo'ylab qalinligi 60 mm bo'lgan plitalar o'rnatilib, ular kesimi 100x110 mm lifterlar bilan qisib qo'yiladi. Barabanga qalinligi 55 mm li plitalar va lifterlar (140-125 mm) joylashgan. Qalinligi 54 mm li panjaraning rezina sektorlari lifterlar (100-110 mm) bilan siqiladi. Bir komplekt qoplama plita va panjara sektorlari uchun ikki komplekt lifterlar bo'lishi talab qilinadi.

Rezinali qoplama po'lat qoplamaga nisbatan yupqa bo'lgani uchun tegirmonning hajmi 5-6 % ga oshadi.

Rezinali va po'lat qoplamalarning xizmat muddati yoki bir xil, yoki birinchisi ikkinchisiga nisbatan 15-20% ortiqroq xizmat qiladi. Rezinali qoplamaga ega tegirmonlarda sharlarning solishtirma sarfi po'lat qoplamali tegirmonlarnikiga nisbatan kichik; rezina qoplamali tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi po'lat qoplamali tegirmonlarnikiga nisbatan kam emas (ko'pincha ortiq). Montaj ishlarining osonligi, zich yopilishi, shovqinning nisbatan pastligi rezinali qoplamalarning afzalligiga kiradi [3, 4].

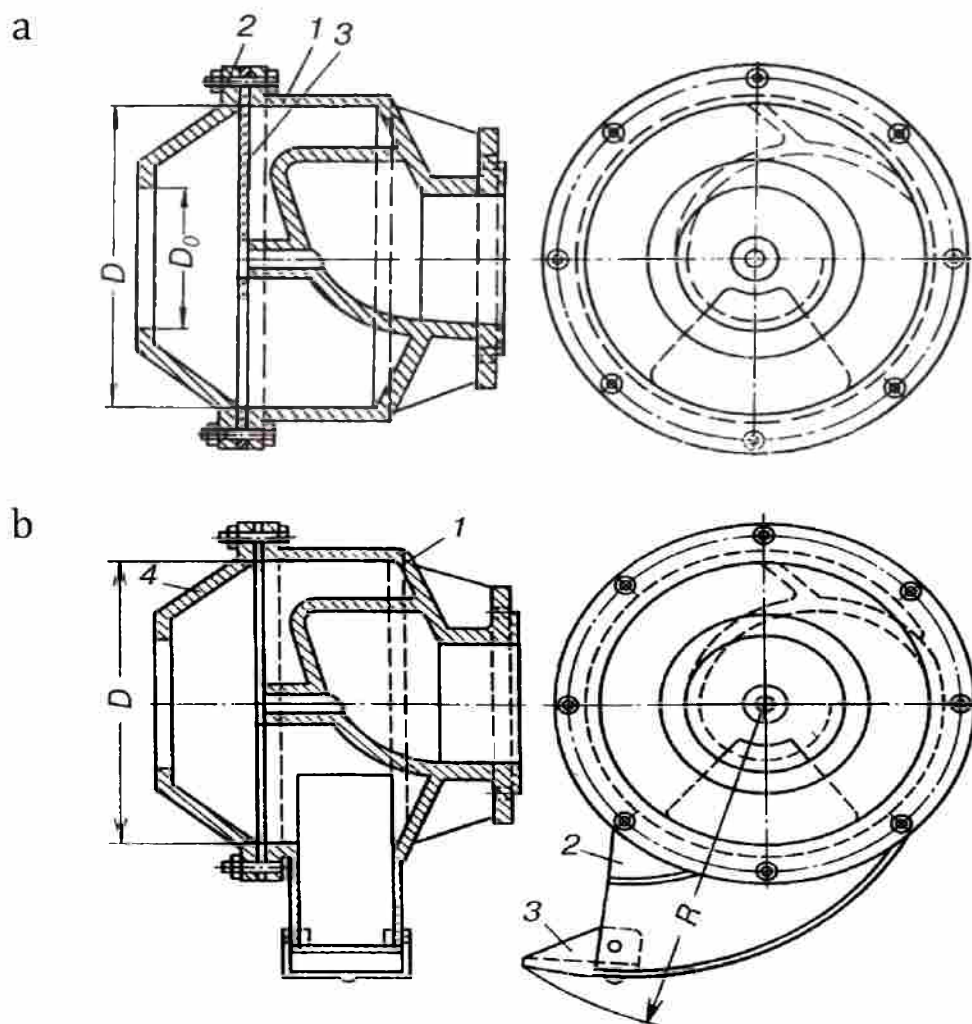
Sapfalarining qoplamasi tekis yoki spiralsimon. Yuklovchi sapfa spiralinig yo'nalishi tegirmonda dastlabki mahsulotning surilishini, bo'shatuvchi sapfada esa sharlar va yirik mahsulotni tegirmonga qaytarilishini ta'minlashi kerak.

Odatda qoplama bir tekis yedirilmaydi. Marganesli po'lat (markasi 110G13L) dan tayyorlangan qoplama plitalarning yedirilish tezligi sutkasiga millimetrning bir necha ulushini tashkil etadi.

Dastlabki mahsulotni tegirmonga yuklash uchun barabanli ta'minlagich o'rnatiladi (50-rasm).

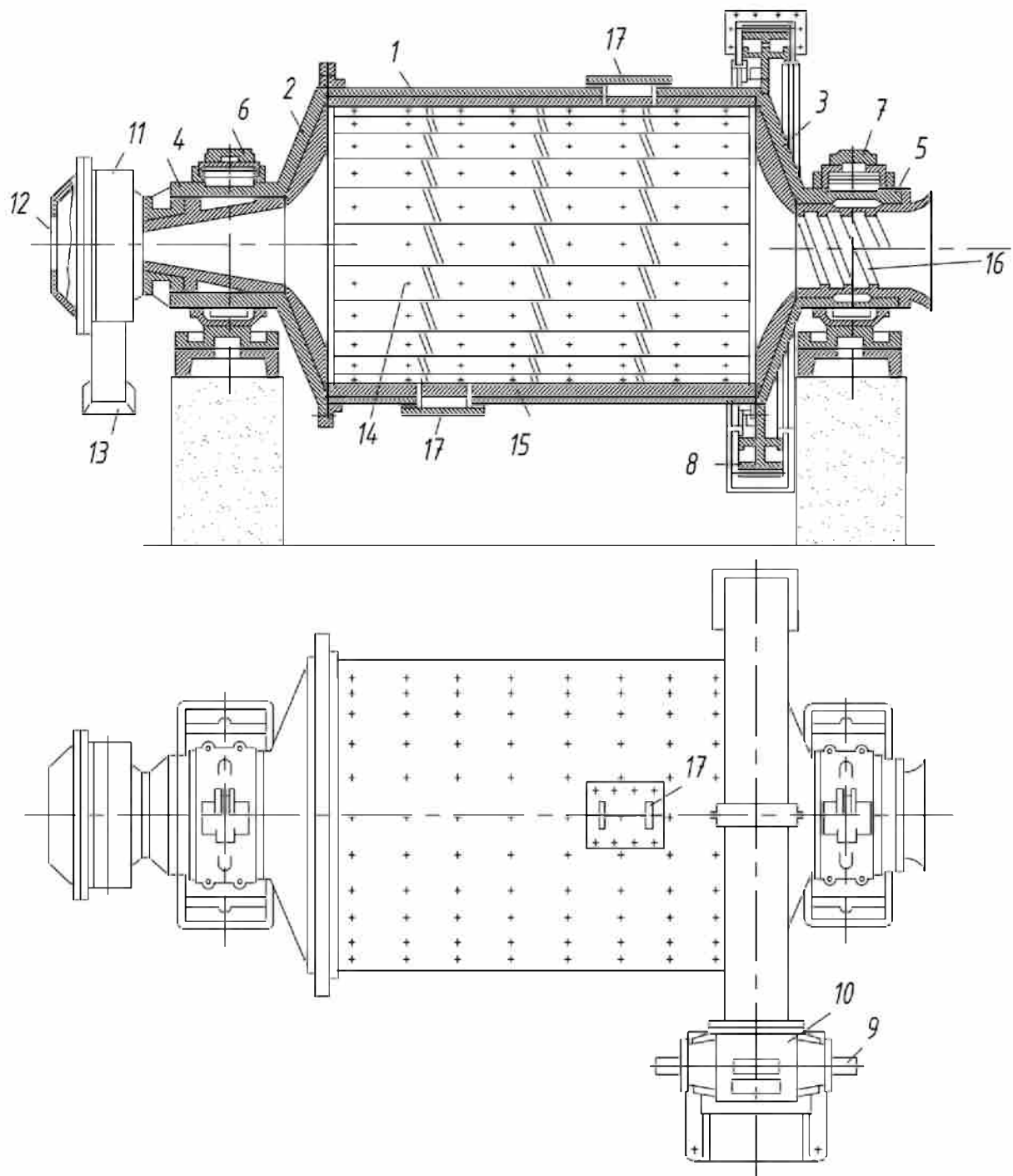
U konus shakliga o'tuvchi silindrik kameralar 1, qopqoq 2, sektorli teshikka ega diafragma 3 dan iborat. Ta'minlagich boltlar yordamida tegirmonning yuklovchi sapfasiga o'rnatiladi. Mahsulot qopqoqning teshigi 2, diafragmaning sektorli teshigi 3 orqali o'tib yuklovchi sapfa qoplamasining spiralgiga tushadi.

Dastlabki mahsulotni va klassifikator qumini bir vaqtda tegirmonga yuklash uchun jamlashgan ta'minlagichlardan foydalaniladi. Jamlashgan ta'minlagich (50-rasm, b), barabanli va chig'anoqli ta'minlagichlarning birlashmasidan iborat. Silindrik baraban 1 ning oxirgi uchiga almashtiriladigan soyabon o'rnatilgan cho'mich mahkamlangan. Ta'minlagich boltlar yordamida tegirmonning yuklovchi saphasiga o'rnatilgan.



50-rasm. Ta'minlagichlar:

- a) barabanli: 1 – qobiq; 2 – kichik asosida dumaloq teshiklari bo'lgan kesik konus ko'rinishidagi qopqoq; 3 – mahsulotni qobiq spiraliga o'tkazish uchun po'lat listdan tayyorlangan sektor teshikli diafragma; b) kombinatsiyalashgan:
1 – qobiq; 2 – cho'mich; 3 – cho'michning tishi; 4 – qopqoq.



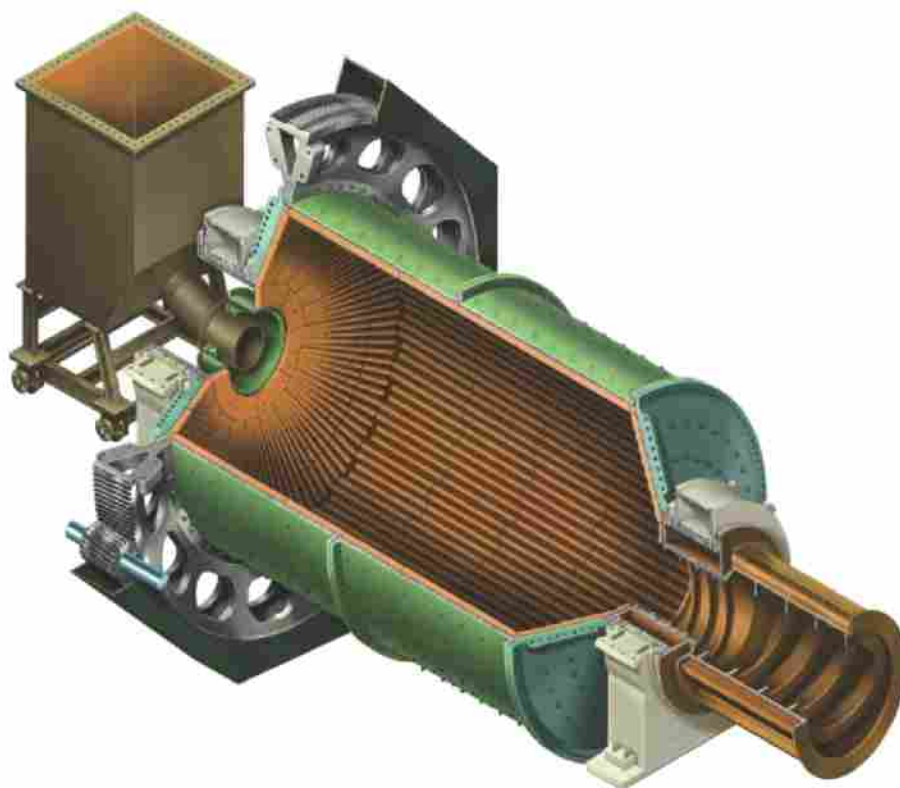
51- rasm. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmon.

1 – baraban; 2, 3 – yon qopqoqlar; 4, 5 – sapfalar; 6, 7 – podshipnik;
 8 – tishli g'ildirak; 9 – yurituvchi val; 10 – shesternya; 11 – kombinatsiyalashgan ta'minlagich; 12 – ta'minlagichning markaziy tuynugi 13 – cho'mich; 14 – boltlar; 15 – po'lat qoplama plitalar;
 16 – spiral; 17 – lyuk.

Dastlabki mahsulot qopqoqdagi teshik 4 orqali, qumlar esa baraban o'qidan quyi sathda joylashgan yuklovchi qutidan cho'michlar yordamida tortib olinadi va ta'minlagich barabanining ichi 1 ga tushadi.

Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmon (51-rasm) tuzilish jihatdan panjara orqali bo'shatiluvchi tegirmon PBShT (MShR) ga o'xshaydi. U yonbosh tomondan qopqoqli (2 va 3), ichi bo'sh sapfa 4 va 5 ga ega silindrik baraban 1 dan iborat bo'lib, bu sapfalar orqali baraban podshipnik 6 va 7 larga tayanadi.

Barabanning va qopqoqlarning ichki devori qoplama plitalar 14 va 15 bilan qoplangan. Barabanning aylanishi elektrodvigatel-dan barabanga mahkamlangan val 9 ga o'rnatilgan yetakchi shes-ternya 10 orqali amalga oshiriladi. Yuklovchi ichi g'ovak sapfaga kombinatsiyalashgan ta'minlagich 11 o'rnatilgan. Ichi g'ovak sapfa-lar almashtiriluvchi yuklovchi cho'mich 13 bilan ta'minlangan.



52- rasm. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonning qirqimda ko'rinishi.

Uncha katta bo'lmagan o'lchamdagi tegirmonlar barabanning ichiga qoplamani kiritish uchun lyuk 17 ga ega. Katta o'lchamdagi tegirmonlarda bu jarayon bo'shatuvchi sapfa orqali bajariladi. Barabanga po'lat yoki cho'yan sharlar solinadi.

Bo'shatuvchi sapfa biroz kattaroq diametrga ega, buning natijasida tegirmonda bo'tananing nishabi hosil qilinadi.

Dastlabki mahsulot tegirmonga ta'minlagich orqali yuklovchi saphadan beriladi, yanchilgan mahsulot bo'shatuvchi sapfa orqali tushiriladi. Markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlar qisqacha MShS deb belgilanadi.

MShS tegirmonlar barabandagi bo'tana sathining balandligi bilan xarakterlanadi, bu bo'ylama yo'nalishdagi harakat tezligining kichik bo'lishini va mahsulotning nisbatan mayin tuyulishini belgilaydi.

Bo'shatuvchi bo'g'iz unga tasodifan tushib qolgan sharlarni tegirmonga qaytaruvchi spiralga ega. Sharli tegirmonlar ruda va boshqa mahsulotlarni yanchishda keng qo'llaniladi.

Panjara orqali bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi yuqoriroq (10-15 % ga) va ularda yanchilgan mahsulot markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlarda yanchilgan mahsulotga nisbatan shlami kamroq mahsulot beradi, lekin tuzilishi ancha murakkab. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlar oraliq mahsulotni qaytadan tuyish uchun ishlatiladi.

Odatda MShR tegirmonlari yanchishning birinchi bosqichida, MShS esa mahsulotni mayin tuyish uchun yanchishning ikkinchi va uchinchi bosqichlarida ishlatiladi.

Sterjenli tegirmonlar tuzilish jihatidan markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarga o'xshaydi.

U gorizontal holdagi silindrik barabandan, jamlashgan ta'minlagich ko'rinishidagi yuklovchi moslamadan va uzatish mexanizmidan iborat. Mahsulotni sterjenli tegirmondan o'tish tezligini oshirish uchun uning yuklovchi va bo'shatuvchi saphalarining diametrisini shunday diametrga ega sharli tegirmonlar saphalarinikiga

nisbatan kattaroq qilib tayyorlanadi. Sterjenli tegirmonlarda yon tomondan to'liqsimon yoki pog'onali ko'rinishga ega qoplamalar o'rnatiladi. Sterjenli tegirmonlar qisqacha MSS deb belgilanadi. Sterjenli tegirmonlar sharli tegirmonlardan oldin mahsulotni dag'al tuyish uchun, shuningdek rudani gravitatsiya va magnit usullarida boyitish uchun tayyorlashda ishlatiladi.

4.3-§. O'zi yanchar tegirmonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

O'z-o'zini ho'l yanchuvchi tegirmon MMS - 7000x2300 (54-rasm) yonbosh qopqoq 3 va 14, podshipniklar 5 va 11 ga tayyanuvchi yuklovchi 4 va bo'shatuvchi 12 sapfali baraban 1 dan iborat.

Baraban tishli mufta 8, rolikli podshipniklarga o'rnatilgan uzatuvchi shesternya va bo'shatuvchi sapfa 12 gardishiga mahkamlangan tishli jig'a orqali elektrodvigateldan aylanish harakatini oladi.

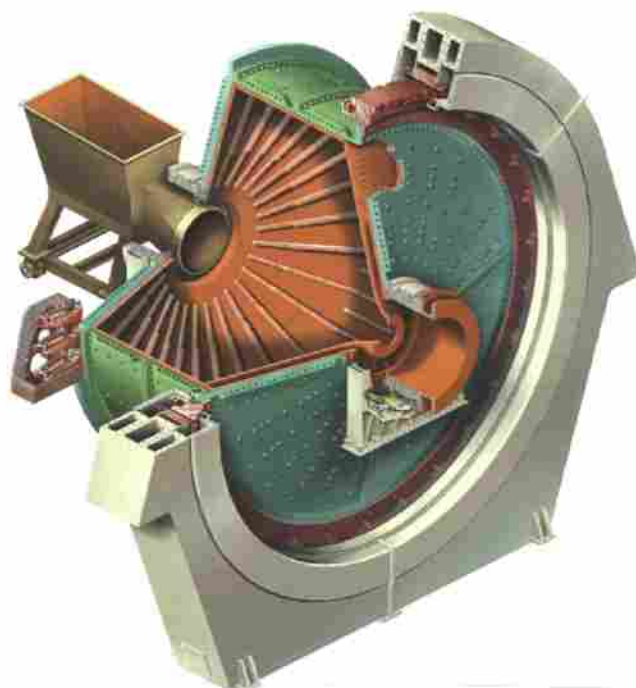
Baraban korpusi bir-biri bilan gardishlar orqali bog'langan ikki qismdan iborat. Unga ichi g'ovak sapfa 4 va 12 lar ulangan. Sapfalarda yuklovchi va bo'shatuvchi vtulkalar joylashgan. Yuklovchi vtulka rudani tegirmonga berishni tezlashtiruvchi spiral va zichlagich orqali sizib chiqqan bo'tanani tegirmonga qaytaruvchi spiralli moslamaga ega.

Dastlabki ruda tegirmonga mexanik uzatma orqali relslarda harakatlanuvchi patrubkadan iborat yuklovchi moslama 6 orqali beriladi. Barabanning qoplamasi plita va lifter (pona) 2 dan tashkil topgan.

Lifterlar bilan bir-birining ichiga kirib birikish uchun zirxli plitalarning uchi qiya nishabga ega. Yonbosh devorlardagi qoplamalar ikki qator plitalardan iborat. Plitalarni bir-biriga ulash lifterlar va boltlar bilan amalga oshiriladi. Tegirmonning bo'shatish tomonida panjara o'rnatilgan. Uning tirqishlari 20 mm kenglikka

ega va bo'shatish tomoniga qarab kengaytirib tayyorlangan. Panjaralar yonbosh lifterlar va boltlar bilan mahkamlangan.

Bo'shatuvchi panjarali sharli tegirmonlarga o'xshash MMS turdagi tegirmonlarda panjara 13 va yonbosh qopqoq 14 orasidagi bo'shliq radius bo'ylab joylashgan to'siqlar bo'shatuvchi lifterlar bilan sapfa 12 ga ochiluvchi sektorli kameralarga bo'lingan. Bu lifterlar qoplama plitalar bilan birga quyiladi.

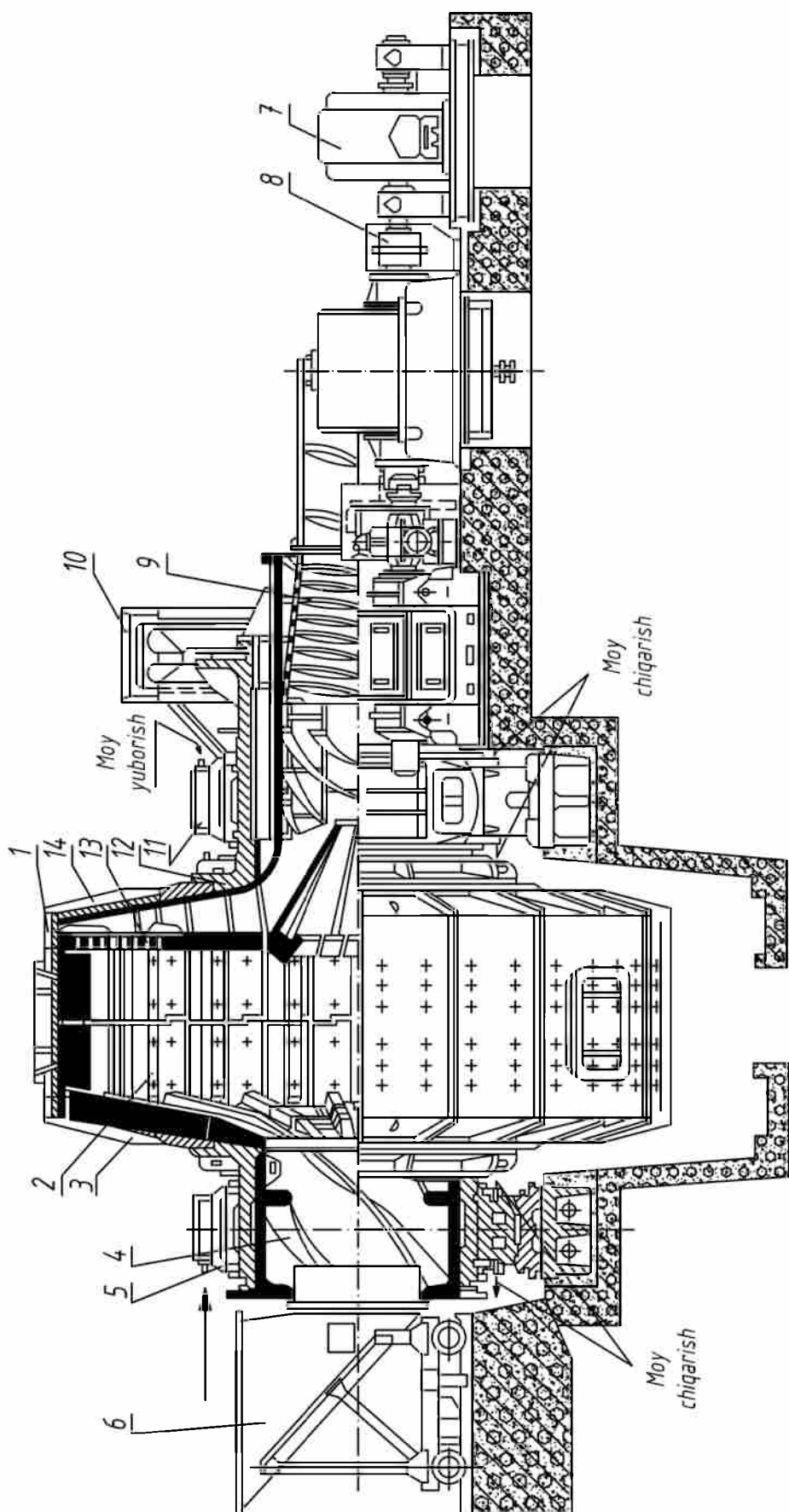


53- rasm. O'ziyanchar tegirmonning qirqimda ko'rinishi

Panjara va bo'shatuvchi lifterlarning mavjudligi tufayli yanchilgan mahsulotning tegirmondan majburan tushirib olishga va tegirmonda bo'tanani quyi sathda ushlab turishga imkon tug'iladi.

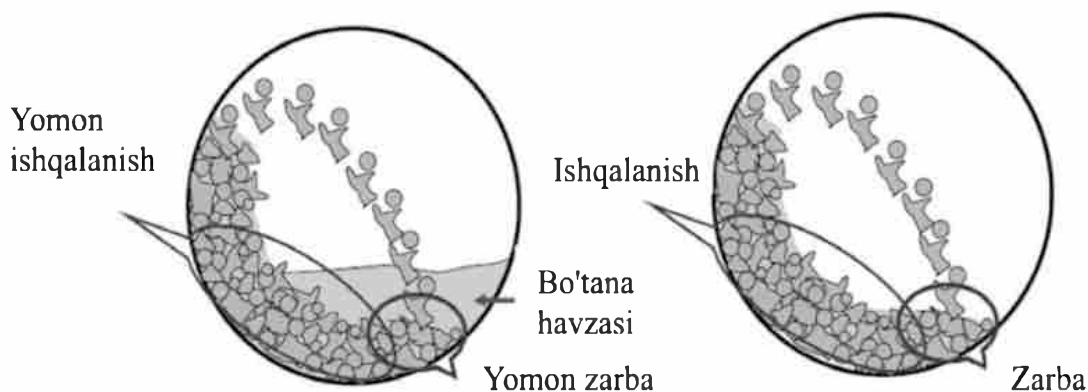
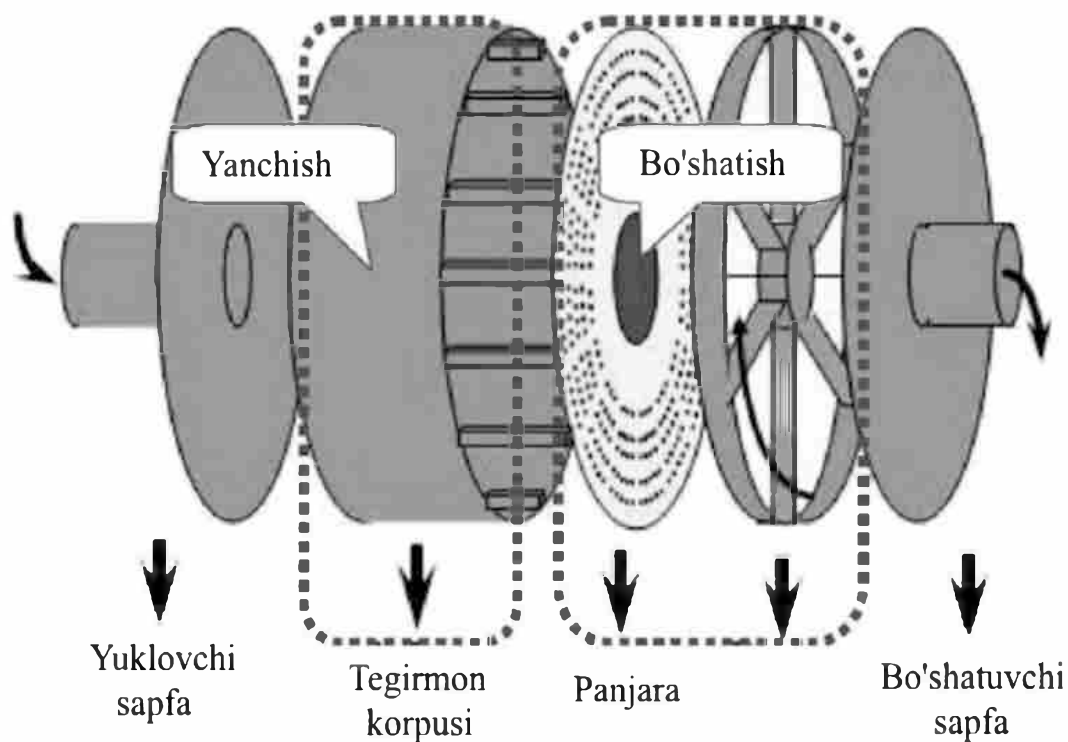
Tegirmondan tushirib olingan mahsulotning klassifikatsiyasi bo'shatuvchi sapfaga mahkamlangan bo'lim 9 da amalga oshiriladi.

O'z-o'zini ho'l muhitda yanchuvchi tegirmonlar o'lchamiga qarab quvvati 3000-13000 kVt gacha bo'lgan bir yoki ikkita dvigatel orqali harakatga keltiriladi. Uzatmaning tishli jig'asi bo'shatuvchi sapfaga mahkamlangan, u bilan bir yoki ikki kichik shesternya orqali bir yoki ikkita uzatma val bog'langan [5].



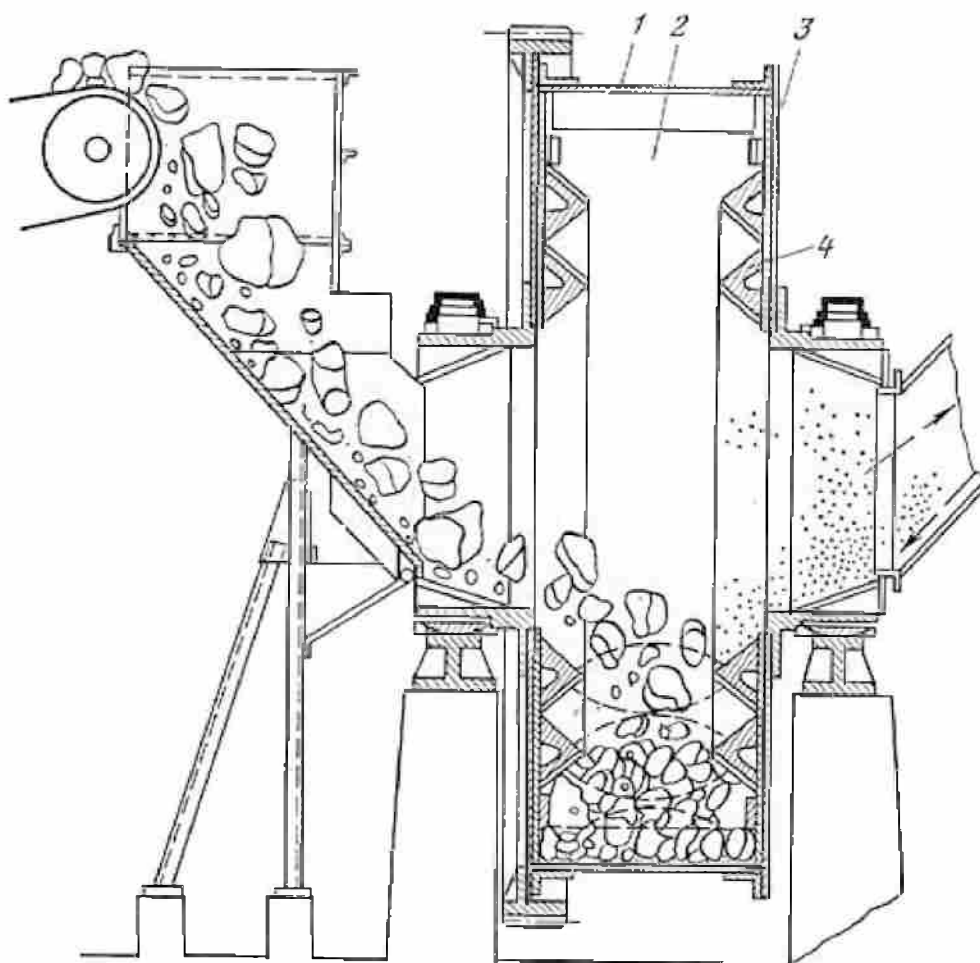
54-rasm. O' ziyanchar tegirmon

- 1 – baraban; 2-liftyor; 3,14 – yon qopqoqlari; 4 – yuklovchi kamera; 5,11 – podshipniklar; 6 – yuklovchi arava;
 7 – elektr dvigatej; 8 – tishli uzatma; 9 – tasniflovchi qurilmasi; 10 – tishli g' ildirak; 12 – bo' shatish
 bo' g' izi; 13 – panjara



55- rasm. Yarim o'ziyanchar tegirmonning tuzilishi va baraban ichidagi suv sathining yanchilish samaradorligiga ta'siri.

Aerofol turdagi tegirmon tuzilishi bo'yicha ko'p jihatdan MMS tegirmoniga o'xshaydi. Uning ishlash prinsipi 56-rasmda ko'rsatilgan. Dastlabki ruda tegirmonga yuklovchi sapfa orqali tushadi. Baraban - qisqa silindr 1 aylanganda markazdan qochuvchi kuch va lifter 2 lar yordamida ruda bo'laklari ma'lum balandlikka ko'tariladi va pastki zonaga tushadi (yig'iladi), buning natijasida mahsulotning yanchilishi sodir bo'ladi.



56-rasm. «Aerofol» turdagi tegirmon.

- 1 – qisqa silindrli baraban; 2 – lifterlar; 3 – yonbosh qopqoqlar;
4 – qaytaruvchi halqalar.

Barabanning yonbosh qopqogʻi tegirmonning ishchi maydonida mahsulot yigʻilib qolmasligi (segregatsiya) uchun qaytaruvchi halqalar bilan taʼminlangan.

Bu halqalar shuningdek, mahsulotni ishqalanish natijasida yanchadi va tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi.

Aerofol turdagi tegirmon havoli separator va siklon bilan yopiq siklda ishlaydi.

Tegirmon va klassifikatsiyalovchi uskunalardan orqali ventilator-dan havo beriladi. Yanchilgan mahsulot havo oqimi bilan barabandan boʻshatuvchi sapfa orqali chiqarib yuboriladi. Yanchilgan mahsulotning yirikligi tegirmon orqali oʻtayotgan havo oqimining

tezligini o'zgartirib boshqariladi. Mahsulotning mayda zarrachalari havo oqimiga tushib, tegirmonning ishchi maydonidan chiqib klassifikatorga, yirik zarrachalar esa tuzoqqa tushadi. Juda kichik zarrachalari havo oqimi yordamida siklonlarga yo'naltiriladi va ularning cho'kishi sodir bo'ladi. Havoning ortiqchasi filtrlarda tozalangandan keyin atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Yangi barabanli tegirmonlarni tanlashda, shuningdek, ularni ishlatishda bir qator muammolar hosil bo'ladi. Ularga barabanning nisbiy aylanish chastotasini tanlash, yanchuvchi vositaning o'lchamlarini aniqlash, barabanni yanchuvchi vosita bilan to'ldirish darajasini aniqlash, dastlabki mahsulotning yanchiluvchanligini, yanchilgan mahsulot yirikligini belgilash, tegirmonning o'lchami va tuzilishini aniqlash, shu bilan bir qatorda tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi va iste'mol qiladigan quvvatiga ta'sir qiluvchi boshqa parametrlarni aniqlash kiradi.

4.4-§. Barabanli tegirmonlarning ishlash tartibi

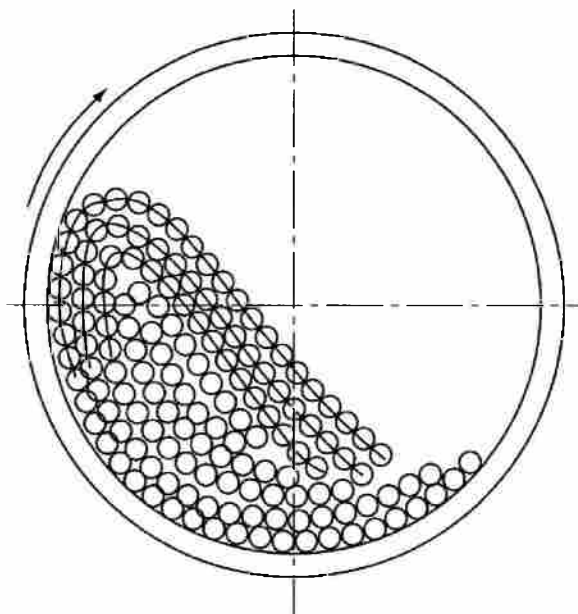
Barabanli tegirmon mexanik ish tartibini belgilovchi asosiy parametrlarga quyidagilar kiradi: tegirmon barabanining aylanish chastotasi, %; tegirmon barabanining to'ldirish darajasi, %.

Barabanli tegirmonning aylanish chastotasiga qarab yanchuvchi vosita harakatlanishining quyidagi tartiblari mavjud: pog'onali, sharsharali, aralash va kritikdan ortiq tezlikli.

Pog'onali tartib barabanning kichik aylanish tezligida yanchuvchi vositaning uchib tushmasdan dumalashi natijasida sodir bo'ladi. Yanchuvchi vositaning barchasi aylanish tomoniga qarab, ma'lum balandlikka ko'tariladi va keyin parallel qatlamlar bo'ylab pastga dumalaydi. Yanchuvchi vositaning markazi ham harakatlanuvchi zona (yadro) ga ega. Rudani yanchish tegirmonning pog'onali harakatlanishi natijasida ezilish va ishqalanish hisobiga sodir bo'ladi (57-rasm).

Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 50-60 % ini tashkil qiladi.

Sharshara tartibida yanchuvchi vosita aylanma trayektoriya bo'ylab kattaroq balandlikka ko'tariladi va parabolik traektoriya bo'ylab tushib, aylanma traektoriyada joylashgan rudaga zarba beradi.



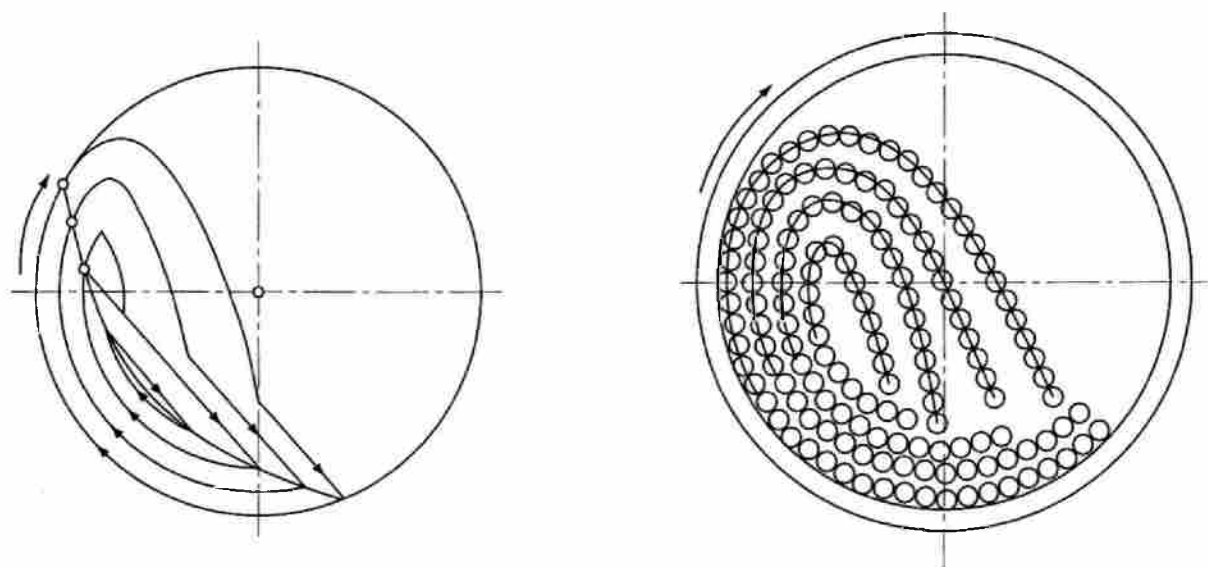
57-rasm. Barabanli tegirmonning pog'onali ish tartibi.

Rudani yanchish asosan yanchuvchi jismning zarbasi natijasida, qisman esa ishqalanish va ezilish hisobiga sodir bo'ladi. Bu tartib barabanning hamma yoki ko'pincha yanchuvchi vosita aylanma traektoriyadan parabolik traektoriyaga o'tishdagi aylanish chastotasida kuzatiladi. Bu tartibda ishlaganda barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 78 - 86 % ni tashkil qiladi (58-rasm).

Aralash tartib sof pog'onali tartibdan sharshara tartibga asta-sekin o'tish bilan xarakterlanadi. Bunda yanchuvchi vositaning tashqi qatlamlari qiyalik bo'ylab pastga dumalovchi mahsulotning ichki qatlamlariga tushadi. Bunday tartib baraban aylanish chastotasining oraliq qiymatlarida sodir bo'ladi. Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 60-76 % ini tashkil qiladi.

Kritikdan yuqori tartib barabanning aylanish chastotasi kritikdan yuqori bo'lganda yuzaga keladi.

Baraban aylanganda yanchuvchi vosita (shar yoki sterjen) ishqalanish va markazdan qochuvchi kuchlar ta'sirida silindrning ichki devoriga yopishib qoladi va ma'lum bir balandlikka ko'tarilib, og'irlik kuchi ta'sirida pastga tushadi yoki devor bo'ylab sirg'aladi.



58-rasm. Barabanli tegirmonning aralash va sharsharali ish tartibi.

Aylanish tezligi oshganda shunday holat yuzaga kelishi mumkin, unda markazdan qochuvchi kuch og'irlik kuchiga tenglashadi, bunda yanchuvchi vosita silindrning devoriga yopishib, u bilan birga aylanadi (devordan uzilmaydi). Bunday tezlik barabanning kritik aylanish tezligi deyiladi. Barabanning kritik aylanish tezligida yanchish deyarli sodir bo'lmaydi. Barabanning kritik aylanish tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$n_{kr} = 42,3 / \sqrt{D}, \text{ ay./min.} \quad (4.3)$$

bu yerda: D - tegirmon barabanining diametri, m

Amalda yuqoridagi birinchi uchta tezlik tartibi ishlatiladi. Dag'al yanchishni sharshara va aralash tartibda amalga oshirish

maqsadga muvofiq, chunki unda yanchilish asosan ishqalanish va ezilish hisobiga sodir bo'ladi.

Har qanday tartibda yanchuvchi vosita tegirmonning qoplamasi va unga yopishgan jismlar, shuningdek jismlarning o'zlari orasida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi ta'sirida aylanma traektoriya bo'ylab xarakatlanadi. Ishqalanish kuchining qiymati mahsulotning (sharlar va ruda) barabanning ichki yuzasiga ko'rsatadigan bosimiga va ishqalanish koeffitsientiga bog'liq.

Ishqalanish koeffitsienti rudaning xossasiga, qoplamaning yuzasiga, bo'tananing zichligi va qovushqoqligiga bog'liq [3].

Baraban aylanishining kichik chastotasida va tegirmon yanchuvchi vosita bilan kamroq (30%) to'ldirilganda aylanma traektoriya bo'ylab harakatlanishda yanchuvchi vositaning sirg'anishi kuzatilishi mumkin (qoplama yuzasi va baraban ichida). Barabanning yanchuvchi vosita bilan to'ldirilishi 40-50%, va silliqmas qoplamada sharlarning tashqi qatlami sirg'anmaydi, ichki qatlamlarning nisbiy siljishi esa hamma vaqt kuzatiladi.

Real sharoitda yanchuvchi vosita aylanma traektoriya bo'ylab alohida harakatlanmasdan, boshqa jismlar bilan birgalikda xarakatlanadi.

Sharli tegirmonning barcha tartiblarida yanchuvchi mahsulotning qatlamlari, sharlar va qoplama orasida o'zaro bir-biriga kirib olish kuzatilishi mumkin.

Yanchish jarayonini o'ziyanchar tegirmonlarda quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Rudaning yirikroq (150-450 mm) bo'laklari pog'onali tartibda harakatlanadi va barabanning yuqoriga ko'tariluvchi tomoni bo'ylab ko'tariladi hamda dumaloq shaklga kiradi. O'rtacha yiriklikdagi bo'laklar (50-150 mm) sharshara tartibida joylashadi. Parabolik traektoriya bo'ylab tushganda ular maydaroq bo'laklarni zarba ta'sirida yanchadi va asta-sekin o'zlari ham yirik rudaning dumalovchi bo'laklari orasida zarba, ishqalanish va ezilish natijasida parchalanadi.

Gravitatsion va markazdan qochuvchi kuchlar ta'sirida, shuningdek lifterlar yordamida ruda bo'laklari to og'irlik kuchi markazdan qochuvchi kuchdan ortguncha yuqoriga ko'tariladi.

Yirik bo'laklar yanchish zonasiga mayda bo'laklardan oldin tushadi va qisqa vaqt oralig'ida mayda bo'laklar kattaroq balandlikka ko'tariladi va sharshara zonasiga tushadi. Tegirmon hajmining 8 % i atrofida po'lat sharlarni qo'shish yanchish jarayonini tezlashtiradi.

Ruda massasini kerakli balandlikka ko'tarish uchun o'ziyanchar tegirmonlar lifterlar bilan ta'minlangan.

Baraban aylanganda liftyorlar ruda bo'laklarini ushlab olib, liftyorlarsiz tegirmondagiga nisbatan kattaroq balandlikka ko'taradi.

Barabanning aylanish chastotasi va uning to'ldirilish darajasiga qarab faqat iste'mol qilinadigan quvvat emas, balki zarba va ishqalanish orqali yanchishga sarflanadigan foydali quvvat orasidagi nisbat ham o'zgaradi.

Sharshara tartibida yanchish asosan rudali jismning erkin tushishida zarba ta'sirida, shuningdek ishqalanish ta'sirida sodir bo'ladi.

Dag'al yanchilgan mahsulot aylanish chastotasi katta bo'lganda (aralash va sharshara tartibi); mayin yanchilgan mahsulot aylanish chastotasi kichik bo'lganda ishqalanish natijasida (pog'onali tartib) olinadi. O'z-o'zini yanchishda rudaning hamma bo'laklari bir vaqtning o'zida ham yanchiluvchi, ham yanchuvchi hisoblanib, bu jarayonning samaradorligini sezilarli ravishda oshiradi.

Pog'onali, aralash va sharshara tartiblari bir-biri bilan bog'langan va yanchilish sharoiti (to'ldirish darajasi, qoplamaning yedirilishi, aylanishlar chastotasi, yanchiluvchi mahsulotning fizik-mexanik xossasi, bo'tananing zichligi va h.k) o'zgarishi bilan biridan-ikkinchisiga o'tishi mumkin.

Yanchuvchi muhitning mexanikasi o'rganilganda uzilib parabolik traektoriyaga o'tgandagi holatda ishqalanish kuchining

ta'siri hisobga olinmaydi. Shuning uchun sharli tegirmonlarning amaldagi shu tartibi yuqorida ko'rilgan nazariy tartibdagidan farq qiladi.

Tegirmonning ishlash jarayonida sharlar asta-sekin yemiriladi. Shuning uchun tegirmonning normal ishlashi uchun sharlar yoki sterjenlar massasini doimiy ushlab turish kerak. Shu maqsadda tegirmonga yangi shar yoki sterjenlar qo'shib turiladi.

Shuni hisobga olish kerakki, sharlarning o'lchami bir xil emas. Ular ma'lum qoida asosida tanlanadi: 160, 120, 80, 40, va h.k. Juda mayda sharlarni yirik sharlar bilan ishlatish maqsadga muvofiq emas, chunki ular yirik sharlar orasidagi bo'shliqni egallab, o'ziga zarba va yedirilishni oladi.

4.5-§. Barabanli tegirmonning ish unumdorligi va unga ta'sir qiluvchi omillar

Barabanli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi vaqt birligi ichida yangidan hosil bo'lgan ma'lum bir sinfning (masalan, -0,074 mm li) miqdori bilan aniqlanadi.

Tegirmonlarni ishlatish vaqtida uning ishlab chiqarish unumdorligiga va yanchish ko'rsatkichlariga, yanchishning ochiq va yopiq sikllari, yanchuvchi vositaning shakli, zichligi va qattiqligi, tegirmondagi bo'tananing zichligi, tegirmonni yanchuvchi vosita bilan to'ldirilish darajasi, tegirmon barabanining nisbiy aylanish chastotasi, klassifikatsiya samaradorligi va h.k. ta'sir ko'rsatadi.

Tegirmondagi bo'tananing zichligi uning oquvchanligini belgilaydi. Bo'tananing zichligi qancha katta bo'lsa, shuncha ko'p yirik zarrachalar tegirmonning bo'shatuvchi sapfasiga tushadi. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlar (MShS) da bu yanchilgan zarrachalarning o'lchamini kattalashishiga olib kelsa, panjara orqali bo'shatiluvchi tegirmonlarda yanchilgan mahsulot tarkibida yirik zarrachalar ko'payishi sodir bo'lmaydi, chunki yirik zarrachalar panjara tomonidan ushlab qolinadi. Bo'tananing

zichligi kichik bo'lganda mahsulot MShS tegirmonlarida bo'shatuvchi panjaradan tezroq o'tib ketadi. MShS turdagi tegirmonlarda bo'tana zichligining kamayishi yanchilgan mahsulot tarkibida mayin sinfnig ko'payishiga olib keladi. Yuqorida sanab o'tilgan omillardan tashqari barabanli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligiga dastlabki mahsulotning yirikligi va yanchiluvchanligi, yanchilgan mahsulotning o'lchami, barabanning o'lchamlari (D va L), tegirmonlarning tuzilishi, uni ishlatish sharoitlari ham ta'sir qiladi.

Bir xil sharoitda mahsulotning yanchiluvchanligi va tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi orasida to'g'ri mutanosib bog'liqlik bor. Yanchilayotgan mahsulotning o'lchami qancha kichik bo'lsa va yanchilgan mahsulot qancha yirik bo'lsa, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi shuncha yuqori bo'ladi. Bu bog'liqlikni nazariy jihatdan tasdiqlovchi Rittenger qonunidir:

$$6 Q \delta^{-1} (D^{-1} - d^{-1}) = K_i \cdot N \quad (4.4)$$

bu yerda: Q - tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi;

δ - yanchiluvchi mahsulotning zichligi;

D va d - dastlabki va yanchilgan mahsulot zarrachasining o'rtacha diametri;

K_i - mahsulotning yanchiluvchanligiga doir mutanosiblik koeffitsiyenti;

N - tegirmon iste'mol qiladigan foydali quvvat.

Yuqoridagi formula quyidagicha ifoda qilinishi ham mumkin:

$$Q = e \cdot N \quad (4.5)$$

bu yerda: e - yanchish samaradorligi.

Shunday qilib, mahsulot yanchishning doimiy sharoitida tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi iste'mol qiladigan foydali

quvvatiga mutanosib. Amalda foydali quvvat umumiy quvvatning 75 dan 90 % ini tashkil qiladi.

Barabanli tegirmonning geometrik o'lchamlari va foydali quvvati orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$N = KD^{2,5-2,6} L \quad (4.6)$$

bu yerda: K - mutanosiblik koeffitsiyenti; D va L – tegirmon diametri va uzunligi.

Panjarali sharli tegirmon uzunligi ortganda va u klassifikator bilan yopiq siklda ishlaganda tegirmon ichida aylanadigan yukni kamaytirish kerak, bu esa tegirmonning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligini kamaytiradi.

Tegirmonlarning ichida aylanadigan optimal yuk tegirmon ma'lum sharoitda ishlaganda barabanning uzunligiga teskari mutanosib.

Shunday qilib, bir xil sharoitda tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi barabanning diametriga 2,5:2,6 darajada va uzunligiga to'g'ri mutanosib. Sharli tegirmonlarda $D=2,5$, o'ziyanchar tegirmonlarda $D=2,6$.

Barabanning $1m^3$ hajmiga to'g'ri keladigan ishlab chiqarish unumdorligi solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi deyiladi:

$$q = sD^{2,5-2,6} L / (\pi D^2 L / 4) \quad (4.7)$$

Bir xil mahsulotni bir xil sharoitda yanchuvchi ikkita tegirmonning solishtirma ishlab chiqarish unumdorliklarining nisbati:

$$q_1 / q_2 = (D_2 / D_1)^{0,5 \div 0,6} \quad (4.8)$$

Tegirmonni yanchuvchi vosita bilan to'ldirilish darajasi ortgan sari yanchishga ketadigan energiyaning hajmiy sarfi ortib

boradi, bunda $v = 50 \%$ bo'lganda, u maksimumga yetadi. Bu holda, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi ham tegishli ravishda ortadi. Yanchishning nisbatan yuqori ko'rsatkichlariga φ ning quyidagi qiymatlarida erishiladi: sharli tegirmonda 40-50%, sterjenli tegirmonda 35-40%, Kaskad tegirmonlarida 38-42 %, Aerofol tegirmonlarida 35-42 % va h.k.

Klassifikatsiyalash samaradorligi qancha yuqori bo'lsa, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi shuncha yuqori bo'ladi. Klassifikatsiyalash samaradorligining pastligi, kam aylanadigan yuk bilan ishlaganda tegirmonga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Klassifikatsiyalash samaradorligining ortishi mahsulotning o'ta yanchiluvchanligini oldini oladi.

Mahsulotning baraban ichidan o'tish tezligining ortishi yanchuvchi vositaning ish samaradorligini oshirishga, o'ta yanchilish darajasining kamayishiga va tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligining ortishiga olib keladi.

Barabanli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi o'xshashlik usuli bo'yicha, ya'ni optimalga yaqin tartibda ishlashning amaliy ma'lumotlari asosida aniqlanadi.

Hisoblash solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi yoki yanchish samaradorligi bo'yicha olib boriladi.

Amaldagi fabrikada ishlab turgan (etalon) tegirmonning yangidan hosil bo'lgan sinf bo'yicha solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi $q_1 = [t/m^3 \text{ soat}]$. Odatda hisoblanuvchi sinf deb -0,074 mm li sinf qabul qilinadi.

Loyihalananayotgan tegirmonning solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi $q_2 = [t/m^3 \text{ soat}]$ quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_1 = Q_2 K_{ya} K_y K_f K_t \quad (4.9)$$

bu yerda: K_{ya} - rudalarning yanchiluvchanligidagi farqni hisobga oluvchi koeffitsiyent (tajriba yo'li bilan aniqlanadi).

K_y - dastlabki mahsulot va yanchilgan mahsulot yirikligidagi farqni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

$K_D=(D_2/D_1)^{0,5}$ - tegirmon o'lchamlaridagi farqni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

K_t - tegirmonning turidagi farqni hisobga oluvchi koeffitsient.

Loyihalanayotgan tegirmonning ruda bo'yicha solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi:

$$q = q_2 / (\beta_2 - \alpha_2) \quad (4.10)$$

bu yerda: α_2 va β_2 - dastlabki va yanchilgan mahsulotlardagi hisoblanuvchi sinfning miqdori.

Loyihalanayotgan tegirmonning ruda bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi:

$$Q_2 = qV_2 = q_2 V_2 / (\beta_2 - \alpha_2) \quad (4.11)$$

bu yerda: V_2 - loyihalanayotgan tegirmon hajmi, m^3 .

Ishlab turgan e_1 , [t/(kVt.soat)] va loyihalanayotgan e_2 tegirmonning yangidan hosil bo'lgan hisoblanuvchi sinf bo'yicha yanchish samaradorligini quyidagi formuladan hisoblash mumkin:

$$e_1 = q_1 V_1 / N_1 \quad (4.12)$$

$$Ye_2 = q_2 V_2 / N_2 \quad (4.13)$$

bu yerda: V_1 va V_2 - ishlab turgan va loyihalanayotgan tegirmonlarning hajmi, m^3 ;

N_1 va N_2 - ular iste'mol qiladigan quvvat, kVt. (4.13) tenglamaga q_2 ning (4.9) tenglamadagi qiymatini qo'ysak,

$$e_2 = Q_1 K_{ya} K_y K_d K_t - V_2 / N_2; \quad (4.14)$$

Loyihalanayotgan va etalon tegirmonlar solishtirma quvvatlari orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$N_2 = N_1 (D_2 / D_1)^{0,5} \quad (4.15)$$

u holda

$$N_2 = N_1 (D_2 / D_1) \cdot K_t \cdot V_2 \quad (4.16)$$

Loyihalanayotgan tegirmonning ruda bo'yicha yanchish samaradorligi

$$Ye = Q_2 / N_2 = qV_2 / [N_2 (\beta_2 - \alpha_2)] = e_2 / (\beta_2 - \alpha_2) \quad (4.17)$$

Loyihalanayotgan tegirmonning ruda bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi:

$$Q_2 = eN_2 = e_2 N_2 / (\beta_2 - \alpha_2) \quad (4.18)$$

4.6-§. Yanchish texnologiyasi

Yanchish ma'lum yiriklikka ega zarrachalar olish, yanchilgan mahsulotning berilgan solishtirma yuzasiga erishish, rudali va noruda minerallar yuzasini ochish, mahsulotni fizik va kimyoviy o'zgartirish maqsadida qo'llaniladi.

Yanchish texnologiyasini foydali qazilmani qayta ishlash texnologiyasining shartlarini hisobga olgan holda tanlanadi.

Boyitish fabrikalarida ruda va boshqa foydali qazilmalarni barabanli tegirmonlarda yanchish bir, ikki va uch bosqichli sxemalar orqali amalga oshiriladi.

Bir bosqichli yanchish sxemalari uncha katta bo'lmagan quvvatga ega (200 t/sutka gacha), shuningdek katta quvvatga ega

bo'lgan fabrikalarda nisbatan dag'al (0,2 mm gacha) yanchishda qo'llaniladi.

Barabanli sharli, sterjenli va ruda-galkali tegirmonlar yopiq siklda va kamdan-kam hollarda ochiq va qisman ochiq sikllarda ishlaydi. Ochiq siklda yanchilgan mahsulot tegirmondan faqat bir marta o'tadi va tegirmondan tayyor yanchilgan mahsulot olinadi.

Ochiq siklda yanchish sterjenli tegirmonlar uchun quruq va ho'l yanchishda, sharli tegirmonlar uchun esa faqat quruq yanchishda ishlatiladi.

Yopiq siklda tegirmon spiralli klassifikator, gidrosiklon yoki g'alvir bilan birgalikda o'rnatiladi [1, 2].

Ikki bosqichli yanchish sxemalari o'rtacha va katta quvvatdagi boyitish fabrikalarida rudani ancha mayin (0,15 mm gacha) tuyushda qo'llaniladi.

Ikki bosqichli yanchish sxemalari mahsulotni birinchi bosqichdan ikkinchi bosqichga uzatish; quyilma yoki qum bo'yicha uzatish usuli bilan bir-biridan farq qiladi. Birinchi holda birinchi va ikkinchi bosqichdagi tegirmonlar to'liq yopiq siklda, ikkinchi holda esa birinchi bosqich tegirmonlari ochiq yoki qisman ochiq siklda, ikkinchi bosqichdagisi esa yopiq siklda ishlaydi. Birinchi va ikkinchi bosqichdagi tegirmonlar ketma-ket o'rnatiladi.

Yanchishning yopiq siklida yanchuvchi mahsulot tegirmondan klassifikatorga tushib, ikkita mahsulot - quyilma va qumga ajraladi. Quyilma boyitishga yuborilsa, qum esa to talab qilinadigan kattalikkacha yanchilmaguncha qayta-qayta tegirmonga qaytariladi. Yopiq sikl tarkibida qumning massasi doimiyga aylanib, u tegirmon ichida aylanuvchi yuk deb ataladi.

Tegirmonga tushadigan rudaning miqdori, o'lchami, qattiqligi, suvning berilishi, nasoslarning va gidrosiklonlarning ishlash tartibi o'zgarganda tegirmon ichida aylanadigan yukda o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Tegirmon yopiq siklda ishlaganda tegirmonning ruda bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligining ortishi bilan uning ichida aylan-

ma yuk ortadi. Uncha katta bo'lmagan (400 % gacha) aylanma yuk tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini sezilarli darajada oshiradi. Tegirmon ichida aylanuvchi yukning miqdorini ortishi mahsulotni tegirmon ichidan o'tish tezligini oshiradi, bu esa mahsulotning o'ta yanchilishining oldini olib, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi. Bu yukning keragidan ortishi tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini pasayishiga olib keladi.

Sharli, rudali va ruda-galkali tegirmonlar asosan yopiq siklda ishlaydi. Odatda tegirmon ichida aylanma yuklama foizlarda ifodalanadi:

$$S = S / Q \quad (4.19)$$

bu yerda: S - qumning og'irligi;
Q - dastlabki mahsulotning og'irligi.

Tegirmonga tushadigan umumiy mahsulotning og'irligi:

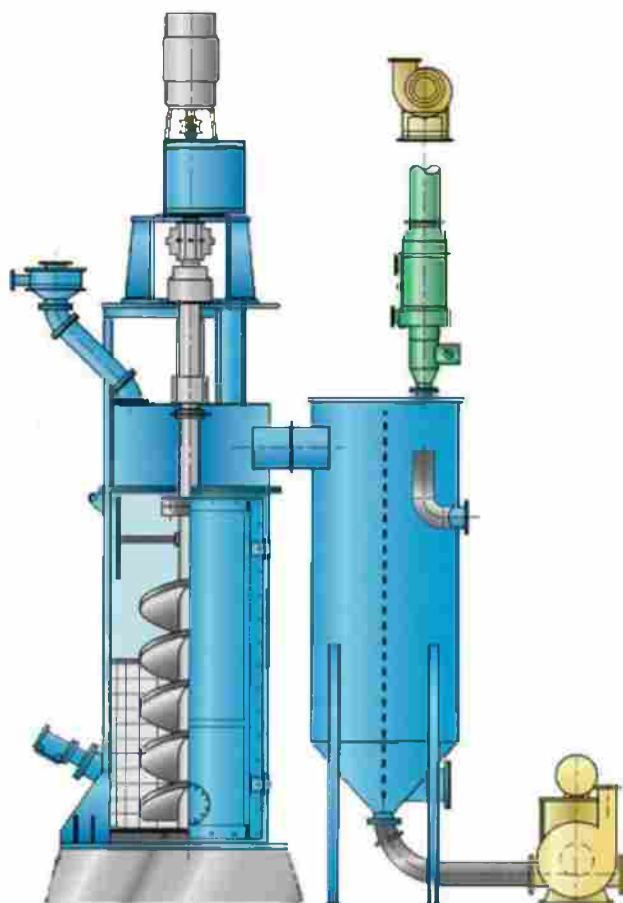
$$Q_{um} = Q + S = Q + SQ = Q (1 + S) \quad (4.20)$$

Aylanma yuklama dastlabki mahsulotning og'irligiga qarab 50 dan 700 % gacha chegarada o'zgarishi mumkin. Tegirmonning dastlabki mahsulot bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi ortsa yoki quyilmaning mayinligi ortsa aylanma yuklama ortadi. Haddan ortiq aylanma yuklamada yanchish sharoiti yomonlashadi.

Mayin va o'ta mayin yanchish texnologiyasi

Aralashtirib yanchish texnologiyasi keramika sanoatida, bo'yoq ishlab chiqarishda va dori-darmon ishlab chiqarish sanoatida o'ta mayin yanchish uchun qo'llaniladi. Ushbu texnologiya tog'-kon sanoatida yaqinda qo'llanila boshladi. Konchilik sanoatidagi o'ziga xos sharoitlar ushbu texnologiyani biroz boshqacha ishlashini talab qiladi.

Shu bilan birga, asosiy ishlash tamoyillari o'zgarmasdan qolib, ushbu texnologiyani qo'llash orqali boshqa sohalar sanoatida to'plangan bilim va tajribalardan konchilik sanoatida aralashtirish orqali yanchish texnologiyasini qo'llashda foydalanilishi mumkin.



59-rasm. Vertikal tegirmonning ko'rinishi

Ushbu texnologiyaning eng so'nggi takomillashtirilgani "nanoyanchish" (o'ta mayin yanchish) sohasiga tegishli bo'lib, unda materialni nano-o'lcham – 10^{-8} mkm gacha yanchish amalga oshiriladi. Aytish mumkinki, bugungi kunda boyitish va qayta ishlash sanoatida qo'llanilayotgan aralashtirgichli tegirmonlar tegishli sanoat tarmoqlarida ishlatiladigan dastlabki shu kabi tegirmonlarga o'xshashdir.

Hozirgi kunda tog'-kon sanoatida rudalarni boyitish va qayta ishlashda eng ko'p ishlatiladigan aralashtirish orqali yanchish

tegirmonlari - VERTIMILL, STIRRED MEDIA DETRITOR (SMD – aralashtiriluvchi yanchuvchi vosita bilan yanchish) va ISAMILL hisoblanadi.

Yanchuvchi vositaning yedirilishi va aralashtirish energiyasi

Yanchuvchi vositani tanlashda asosiy belgilovchi omil xarajatlardan va samaradorlik hisoblanadi. Century boyitish fabrikasida o'rnatilgan SMD tegirmonlarida ekspluatatsiya xarajatlarining deyarli yarmi yanchuvchi vositaga to'g'ri keladi. Yanchuvchi vositani tanlash uning quyidagi xususiyatlariga qarab amalga oshiriladi:

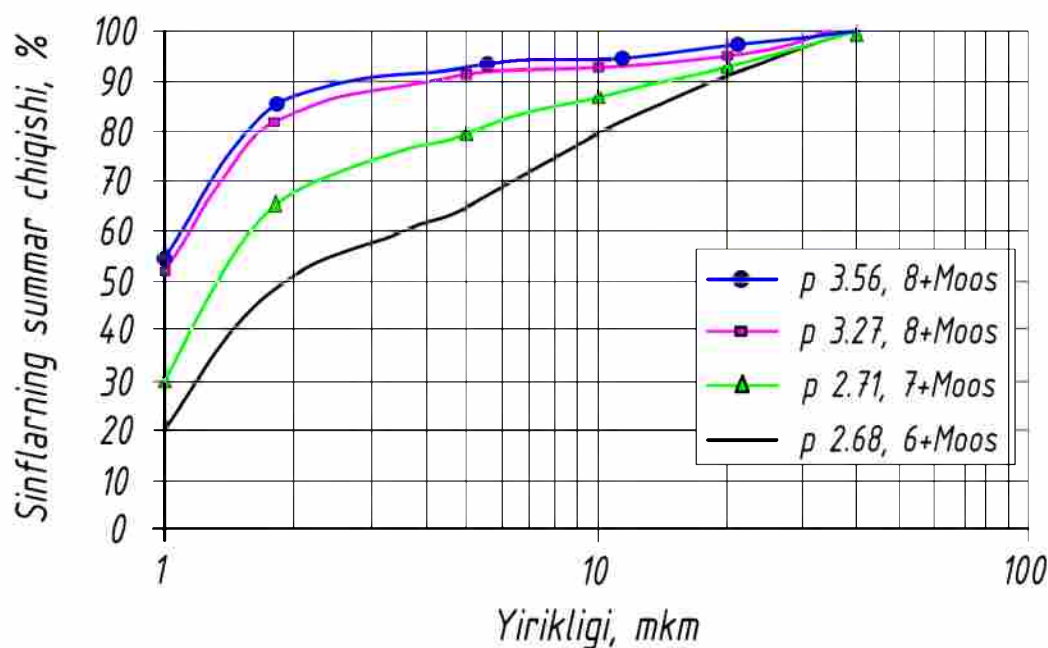
- o'lchami;
- turi;
- qobiliyati;
- qattiqligi.

Aralashtirish orqali yanchish tegirmonlarida keng chegaradagi yanchuvchi vositalar qo'llaniladi, ammo boyitish fabrikalarida yanchuvchi vositaning turini tanlash ularning narxidan kelib chiqib, yirik qumlar, granulalangan shlak va yirikligi bo'yicha ajratilgan rudalarni ishlatilishi mumkin. Past navli qumlarni yanchuvchi vosita sifatida ishlatishdagi muammo shundaki, ularda ichki defektlar mavjud bo'lib, tez parchalanishga moyil. Bu esa yanchuvchi jismning miqdorini oshishiga va tegirmonning ichki yuzasini tez yedirilishiga olib keladi.

Kremniy karbidi va eritilgan korunddan tayyorlangan yanchuvchi jismdan foydalangan holda o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ushbu yanchuvchi shar (businok) larning yedirilishi strukturaviy tuzilishiga ta'sir qiladi. Yanchuvchi sharlarning yedirilishi ularning strukturaviy tuzilishiga, qattiqligiga (Vickers bo'yicha qattiqlik) hamda yanchiluvchi mahsulotning qattiqligi va shakliga ham bog'liq. Yanchuvchi sharlar materialining qattiqligini oshishi bilan ularning yedirilishi kamayadi.

Kremniy karbidi va eritilgan korund bir xil qattiqlikka ega bo'lishiga qaramasdan yanchuvchi vositaning yuqori yedirilishi eritilgan korundga qaraganda kremniy karbidida yuqoriroq. Bundan tashqari, yanchiluvchi mahsulotning shakli ham yedirilishga ta'sir ko'rsatadi.

Umuman olganda, yanchuvchi vositaning qattiqligi yanchilish samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. 60-rasmda yanchish jarayonining bir xil vaqt davomiyligida, lekin har xil turdagi yanchuvchi vositalar bilan o'tkazilgan tajriba sinovlari natijalari ko'rsatilgan. Grafikdan ko'rinadiki, qattiqligi yuqori bo'lgan (Moos shkalasi bo'yicha) yanchuvchi vosita ishlatilganda mayinroq mahsulot chiqadi. Bundan tashqari shuni ham e'tiborga olish kerakki, zichlik effekti ham mavjud bo'lib, og'irroq yanchuvchi vositalar ishlatilganda yuqori energiya sarfiga olib keladi.



60-rasm. Yanchuvchi jism qattiqligi yanchilish samaradorligiga bog'liqligi

Yanchuvchi jismdan energiyaning yanchiluvchi mahsulot zarrachasiga o'tishi yaxlit prujina-massali model ko'rinishida 61-

rasmda keltirilgan. Yanchiluvchi mahsulot zarrachasiga ko‘chgan energiyaning bir qismi quyidagi tenglik orqali tasvirlanadi:

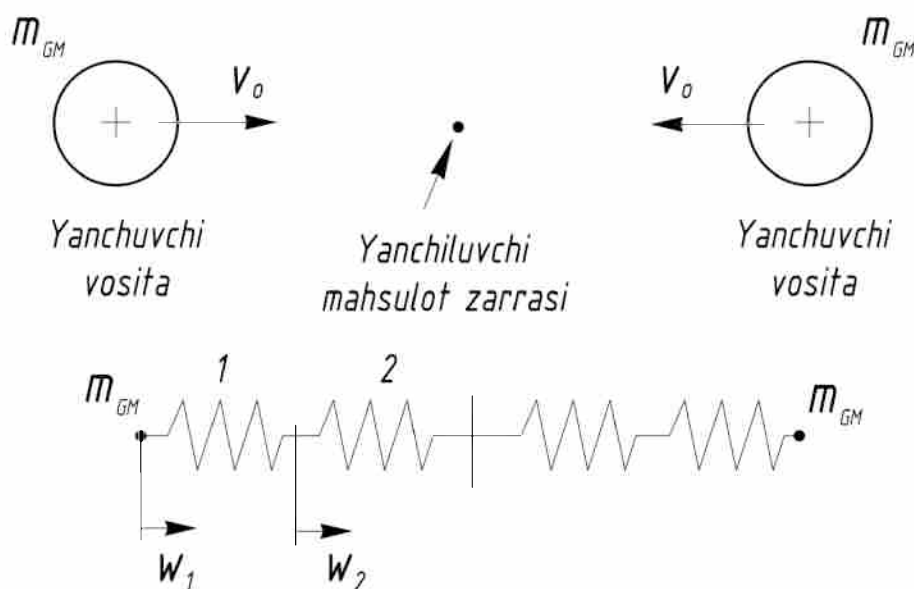
$$E_p = \frac{Y_{gm}}{Y_{gm} + Y_p}$$

Bu yerda:

E_p – mahsulot zarrachasiga ko‘chgan energiyaning bir qismi;

Y_{gm} – Yung moduli (elastiklik moduli) yanchuvchi jism uchun;

Y_p – Yung moduli (elastiklik moduli) mahsulot materiali uchun.

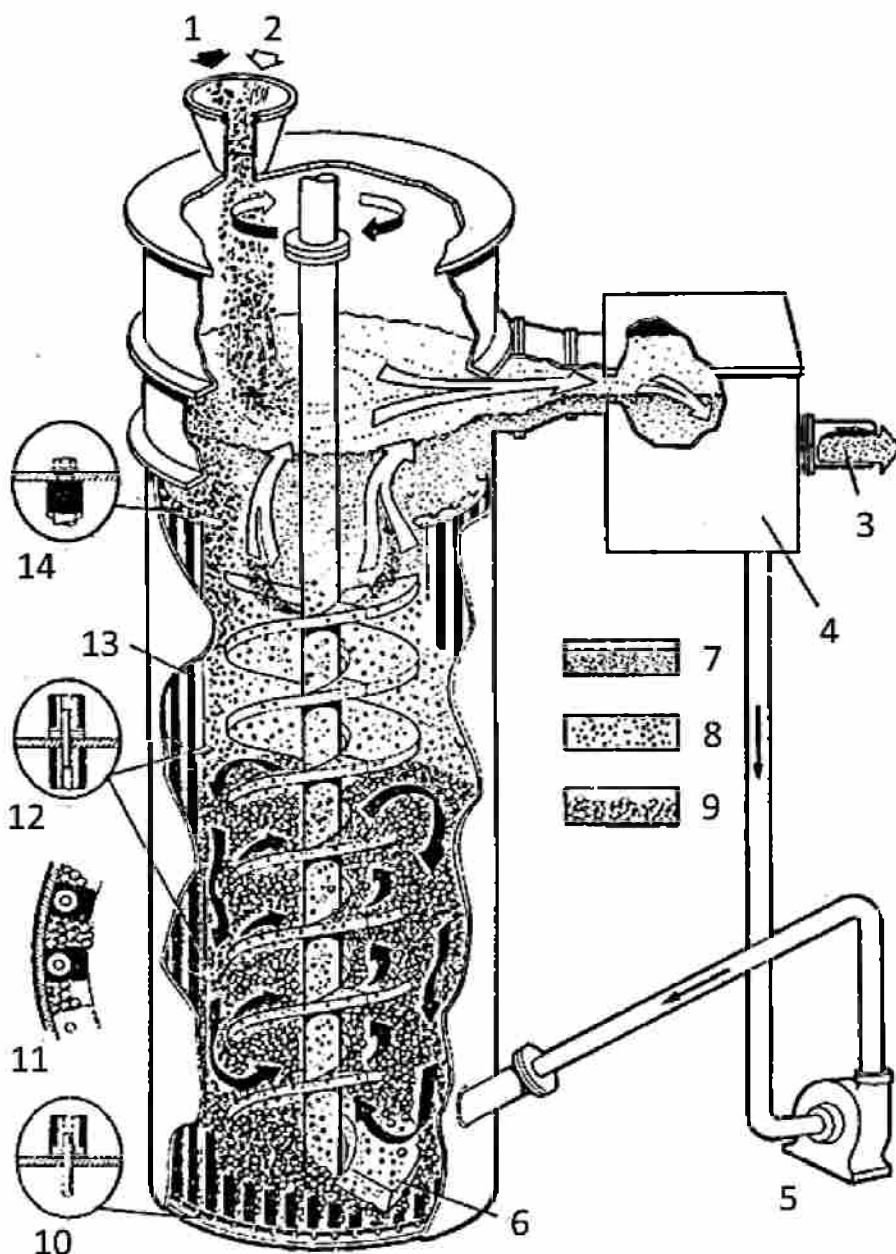


61-rasm. Yanchuvchi jismdan yanchiluvchi mahsulot zarrachasiga energiyaning o‘tishi modeli

Mayin va o‘ta mayin yanchish uchun vertikal tegirmonlar

Vertikal tegirmonlar mayin yanchishda energiyatejamkorlikni oshirish uchun barabanli tegirmonlarning o‘rnini bosuvchi alternativ sifatida qo‘llaniladi.

Yanchuvchi jism, masalan, po‘lat sharlar, ruda bo‘laklari, keramika sharlar vertikal o‘q bo‘yicha aylanuvchi shnek yordamida harakatga keltiriladi. Tegirmonga dastlabki mahsulot suv bilan aralashtirilib ta‘minlovchi voronkadan beriladi (62-rasmda tegirmonning tuzilishi ko‘rsatilgan).



62-rasm. Vertikal tegirmonning tuzilishi

1 – dastlabki mahsulot; 2 – suv; 3 – yanchilgan tayyor mahsulot;
 4 – klassifikator; 5 – nasos; 6 – shnek qoplamasi; 7 – mayin zarralar; 8 – yirik zarralar; 9 – yanchuvchi vosita; 10 – sterjenli qoplamalarning pastki mahkamlagichi; 11 – sterjenli qoplamalarning yuqoridan ko‘rinishi; 12 – sterjenli qoplamalarning o‘rtadan mahkamlagichi; 13 – sterjenli qoplamalar; 14 – sterjenli qoplamalarning yuqoridagi mahkamlagichi.

Tegirmonda bo'tananing harakati qarshi oqim tezligini ta'minlash talabidan kelib chiqib tanlanadigan nasos yordamida ushlab turiladi, bu tezlik tegirmonning yuqori qismida zarrachalarning tasniflanish tezligidan yuqori bo'lishi kerak.

Dastlabki mahsulot tarkibidagi mayin zarralar tayyor mahsulotga oqib o'tadi, yirik zarralar esa yanchishga qaytariladi.

Yanchuvchi jism doimiy harakatda bo'lib, shnek bilan goh ko'tariladi, goh pastga tegirmon barabani va shnek spiralining orasidagi bo'shliqqa qulaydi. Agar yanchuvchi jism sifatida po'lat sharlar ishlatilsa, sharni yuklash balandligi 1,8 – 2,4 m ni tashkil qiladi. Tegirmonning tub qismi uning ishlash vaqtida odatda yanchuvchi jism bilan to'lgan bo'ladi.

Bo'tana tegirmondan tasniflagichga quyiladi. Tayyor mahsulot tasniflagichning slivi hisoblanadi. Tasniflagichning qumi tegirmonga qaytariladi.

Yanchish samaradorligi yanchiluvchi mahsulotga yanchuvchi vositaning nisbatan yuqori bosimi evaziga oshadi (gorizontal sharli tegirmonlarga nisbatan). Tegirmonning yuqori qismida dastlabki mahsulotni dastlabki tasniflash shlamlanishni kamaytiradi va yanchish samaradorligini oshishiga ko'maklashadi. Shovqinning va yanchish jarayonida issiqlik ajralishining pastligi energiyasarfining kamayishiga olib keladi.

Tegirmonning qo'zg'almas qobig'i ichki tomondan sterjenlar bilan qoplangan bo'lib, ularning orasi qoplama vazifasini bajaruvchi yanchuvchi vosita bilan to'ldiriladi.

Shnek metall yoki rezina plitalar bilan qoplanadi va boltlar bilan mahkamlanadi. Qoplamalarning ishlash muddati 6 – 12 oyni tashkil qiladi.

Vertikal tegirmonlarning barabanli tegirmonlarga nisbatan afzalliklari:

- kapital xarajatlarning kamligi;
- ekspluatatsiya xarajatlarning kamligi;

- yanchish samaradorligining yuqoriligi – energiya sarfi 1,5-2 marta kam;
- kam maydonni egallaydi (3-3,5 matra);
- poydevorning oddiyliigi;
- shovqinning kamligi – 85 Db dan kam;
- harakatlanuvchi qismlarining kamligi;
- shlamlanishning kamligi;
- yuqori xavfsizlik.

Vertikal tegirmonlar uchun dastlabki mahsulotning yirikligi odatda 6-7 mm dan oshmaydi, ular 5-15 mkm yiriklikdagi yanchilgan mahsulot olishda qo'llaniladi. Tegirmonning ish unumdorligi uning o'lchamiga bog'liq holda soatiga 50-100 tonnani tashkil qiladi.

Xizmat ko'rsatish

Tegirmon korpusi maxsus magnitli qoplama bilan himoyalanganligi uchun uning ishlash muddati chegaralanmagan.

Yuklangan sharlar pastdan yuqoriga shnekning aylanishi hisobiga aralashadi. Shnekning aylanish tezligi minutiga 26 marta ni tashkil qiladi. U ko'p sonli almashtiriladigan po'lat plitalar bilan qoplangan. Asosiy yedirilish tegirmonning tub qismida kuzatiladi. Tegirmon tub qismining qoplamasi har 6 oyda almashtiriladi. 1 tonna dastlabki mahsulot uchun qoplamaning yedirilishi 1,36 g ni, sharning sarfi esa 118 g ni tashkil qiladi.

Oqim tezligining cheklanishi

SMD yoki ISAMILL tegirmonlari qo'llanilganda hisobga olish kerakki, ushbu tegirmonlar mahsulotni o'ta mayin (masalan, -20 mkm va -10 mkm) o'lchamda yanchish uchun loyihalangan.

Bunday mayin yanchilgan mahsulot olish ko'pincha 10-50 kVt·s/t gacha energiya sarfini talab qiladi va shuning uchun tegirmondan o'tadigan bo'tana oqimining tezligi birinchi bosqich yanchishda erishilgan oqim tezligiga nisbatan past (10-100 t/s). Nazariy jihatdan bu tegirmonlar dag'al mahsulotlarni yanchishda

ishlatilishi mumkin, ammo, ba'zi hollarda o'tkazuvchanlik qobiliyatining chegaralanganligi tegirmonni ko'llanilishi uchun cheklovchi omil bo'lishi mumkin. Bu asosan "gidravlik zichlashish" hodisasi kuzatiladigan gorizontal ISAMILL tegirmonlari uchun juda muhim.

Yuqori unumdorlikda tegirmonning o'q chizig'i bo'yicha bo'tananing oqimi yanchuvchi vositani bevosita bo'shatish tomonga sudrab olib ketish ehtimoli katta. Natijada, yanchuvchi vositaning tegirmon kamerasing uzunligi bo'yicha notekis tarqalishi, ya'ni uning konsentratsiyasini tegirmonga kirishda kamayib, chiqarish qismida ko'payishi kuzatiladi. Bu esa yanchilish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun aralashtirish orqali yanchuvchi ISAMILL tegirmonlarida oqimning tezligini oshirish tavsiya etilmaydi.

VERTIMILL tegirmonlarida 5-10 mm yiriklikdagi sharlarni qo'llagan holda oxirigacha mayin yanchishda oqimning yuqori tezligi va bo'tananing yuqori zichligi yanchuvchi vositani yanchilgan mahsulot bilan chiqib ketishiga sabab bo'ladi.

Aksincha, VTM1500 turidagi VERTIMILL tegirmonlarida birinchi bochqich yanchishda jarayonida tegirmonning juda yuqori ish unumdorligida ($600 \text{ m}^3/\text{s}$ atrofida) yanchilgan mahsulot bilan yanchuvchi vositaning yo'qotilishi kuzatilmaydi. Birinchi bosqich yanchishda 20-25 mm o'lchamdagi sharlar ishlatilib, vertikal tekislik bo'ylab ko'tariluvchi oqim tezligi bunday o'lchamdagi yanchuvchi vositalarni yanchilgan mahsulot chiqariladigan sathgacha ko'tarib chiqa olmaydi. Boyitish amaliyoti ko'rsatadiki, Cannington fabrikasida o'rnatilgan VTM1500 turidagi VERTIMILL tegirmonlari past solishtirma energiya sarfi (2,5 kVtch/t) va past yanchilish darajasi bilan samarali ishlamoqda.

4.7-§. Yanchish sxemalarini tanlash

Yanchish sxemalarini tanlashda rudaning moddiy tarkibi va fizikaviy xossalari, yanchishning talab qilinadigan o'lchami,

minerallar yuzasining ochilish darajasi, kapital va ekspluatatsiya xarajatlari va h.k. ni hisobga olish kerak.

Rudani sharli yanchishda uning tarkibida 15 % tayyor mahsulot bo'lganda yanchishning birinchi bosqichidan oldin dastlabki klassifikatsiya ishlatiladi. To'liq yopiq siklda tekshiruvchi klassifikatsiya yanchilgan mahsulot yirikligini nazorat qilish, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va mahsulotning shlamlanishini kamaytirish uchun qo'llaniladi.

Rudani o'z-o'zini yanchishda ikki bosqichli yanchish sxemasi ishlatiladi. Birinchi bosqich "Kaskad" yoki "Aerofol" turdagi tegirmonlarda spiralli klassifikator, g'alvir, pnevmatik klassifikator kabilar bilan yopiq siklda, ikkinchi bosqich esa gidrosiklonlar bilan yopiq siklda ishlovchi ruda-galkali tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Yanchish sxemasini tanlash turli xildagi sxemalarni sanoat yoki yarim sanoat sharoitida tajriba yo'li bilan tekshirish orqali amalga oshiriladi. Bunday ma'lumotlar yo'q bo'lsa yanchish sxemasi dastlabki va oxirgi mahsulotning o'lchami, boyitish fabrikasining quvvati, qum va quyilmani alohida boyitish kerakligi, rudaning fizik xossalari va h.k. asosida tanlanadi.

O'z-o'zini yanchishni nam va loyli rudaga qo'llash afzal. Tegirmonning o'lchamini va iste'mol qiladigan quvvatini tanlash yiriklashgan sinov natijalari asosida tanlanadi. Agar tegirmonga tushayotgan mahsulot ichida yirik bo'laklar yetarli miqdorda bo'lmasa, ruda-galkali yanchish qo'llanilishi mumkin. Bu usul o'z-o'zini yanchishdan qimmatroq, lekin sharli va sterjenli tegirmonlarda yanchishdan arzonroq. Shunday qilib, yanchish usuli rudaning qattiqligini, moddiy va granulometrik tarkibini, tekstura tuzilishini hisobga olgan holda ularni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi.

Boyitish fabrikalari va metallurgiya zavodlarida rudalarni qayta ishlashga tayyorlash bo'linmalarining ish unumdorligi korxonaning umumiy sxemaning ish unumdorligini belgilaydi. Bunga

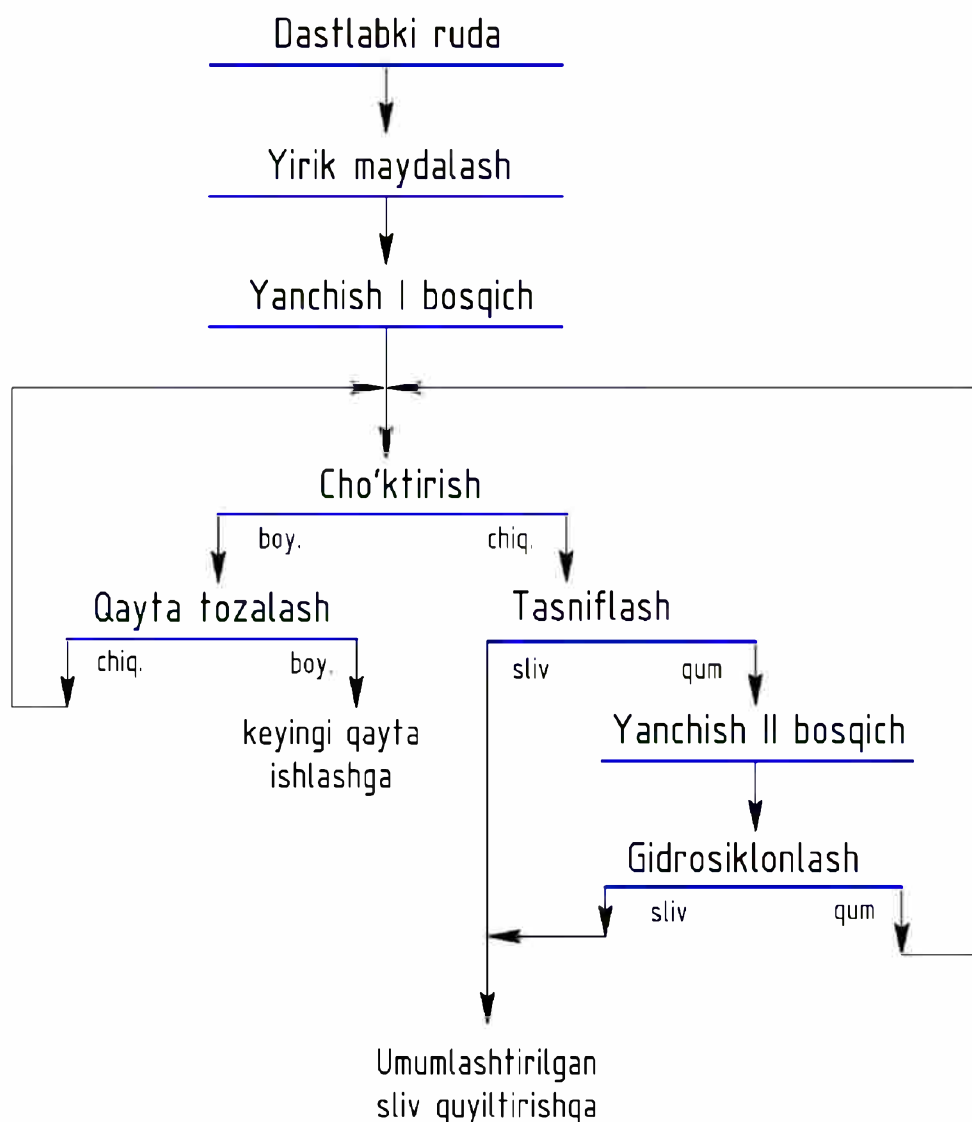
bog'liq holda rudalarni qayta ishlashga tayyorlash bo'linmalarining sxemalari va ish tartibini takomillashtirish ish unumdorligini oshirish yo'nalishidagi dolzarb masala hisoblanadi, chunki solishtirma ekspluatatsion xarajatlarning kamayishi, tayyor mahsulot ishlab chiqarilishining ortishi va tannarxning kamayishi hisobiga korxonaning ishining samaradorligi iqtisodiy jihatdan ortadi [6].

Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 2 gidrometallurgiya zavodida Muruntau va Myutenbay konlarining oksidlangan oltin-kvarsli rudalari gravitatsiya-sorbsiya texnologiyasi bo'yicha qayta ishlanadi. 2-gidrometallurgiya zavodining rudani qayta ishlashga tayyorlash sxemasi (63-rasm) yirik maydalash jarayonini, ikki bosqichli yanchish jarayonini (ochiq siklda birinchi bosqich va yopiq siklda ikkinchi bosqich) va yanchilgan mahsulotni spiralli klassifikator hamda gidrosiklon uskunalarda klassifikatsiyalash jarayonlarini o'z ichiga oladi. Yanchish jarayonida 75-80 % -0,074 mm yiriklikdagi sinf olinadi. Shu bilan birga sxemada yanchilgan rudani cho'ktirish mashinasida dastlabki gravitatsiyali boyitish ko'zda tutilgan.

2-gidrometallurgiya zavodining yanchish sexida 28 ta yanchish bloki mavjud. Barcha yanchish bloklarida yanchishning texnologik sxemasi namunaviy va 63-rasmga mos keladi [6].

Yanchishning birinchi bosqichida MMS 70x23 tegirmoni 2KSP-24 spiralli klassifikator bilan, ikkinchi bosqichida esa MShS 45x60 tegirmoni GS-380 gidrosiklon bilan o'rnatilgan. Sharli tegirmondan chiqqan yanchilgan mahsulot 8Gr-8 markazdan qochirma nasoslar yordamida uchta GS-380 dan tashkil topgan gidrosiklon batareyasiga va Warman 10/8 nasoslari yordamida to'rtta GS-380 dan tashkil topgan gidrosiklon batareyasiga yuboriladi. Ikkita blokda birinchi bosqichida MMS 90x30 va ikkinchi bosqichida ikkita MShS 55x65 tegirmonlari o'rnatilgan.

Qolgan bloklarda esa birinchi bosqichida MMS 70x23 tegirmoni va ikkinchi bosqichida ikkita MShS 36x50 va 36x55 tegirmonlari bilan o'rnatilgan [6].



63-rasm. Yanchishning texnologik sxemasi.

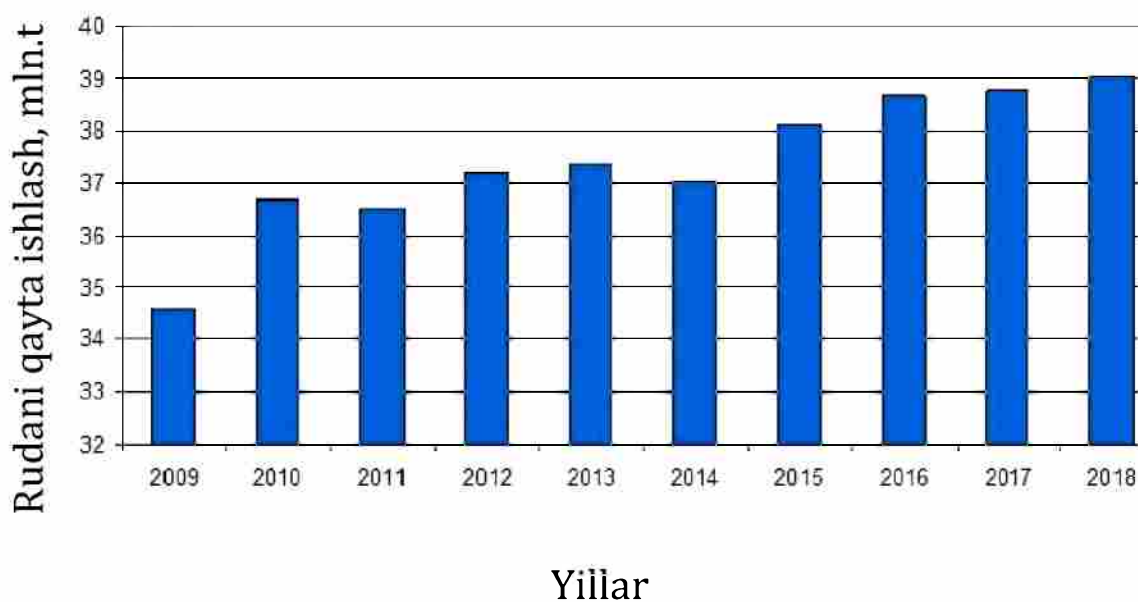
So‘ngi yillarda zavodning ish unumdorligini oshirish bo‘yicha ishlar olib borildi. 64-rasmda 2-gidrometallurgiya zavodining 2009-2018 yillardagi qayta ishlash bo‘yicha ish unumdorligining o‘sish dinamikasi keltirilgan.

Unumdorlikni oshirish quyidagilar hisobiga ta‘minlandi:

-tegirmonni ta‘mirlash va avariya holatda turib qolish vaqtlarini qisqartirish. MMS va MShS tegirmonlari uchun uskunaning ishlatilish koeffitsiyenti (UIK) 65-rasmda keltirilgan. MMS uchun UIK 0,892 (2009y.) dan to 0,936 (2018y.) gacha, MShS uchun esa bu ko‘rsatkich mos holda 0,876 dan 0,947 gacha ortgan;

-dastlabki rudaning granulometrik tavsifi shuni ko'rsatadiki, +100 mm yiriklik sinfi 19% dan (1997-2017yy.) 9% gacha (2018y.), umumiy 80% li ruda yirikligi (D80) 100 mm dan 60 mm gacha pasaydi;

-burg'ulash portlatish ishlarini olib borish texnologiyasini takomillashtirish tegirmon qabul qiladigan ruda o'lchamini kich-raytirish imkonini berdi.



64-rasm. Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 2-gidrometallurgiya zavodida rudani qayta ishlash bo'yicha 2009-2018 yillardagi unumdorligi

-yanchish bloklariga «NeuroModel» platformasi bazasida (GrindEXPERT) avtomatik boshqarish tizimlarini kiritish yanchish jarayonini olib borishni optimallashtirish imkoniyatini berdi.

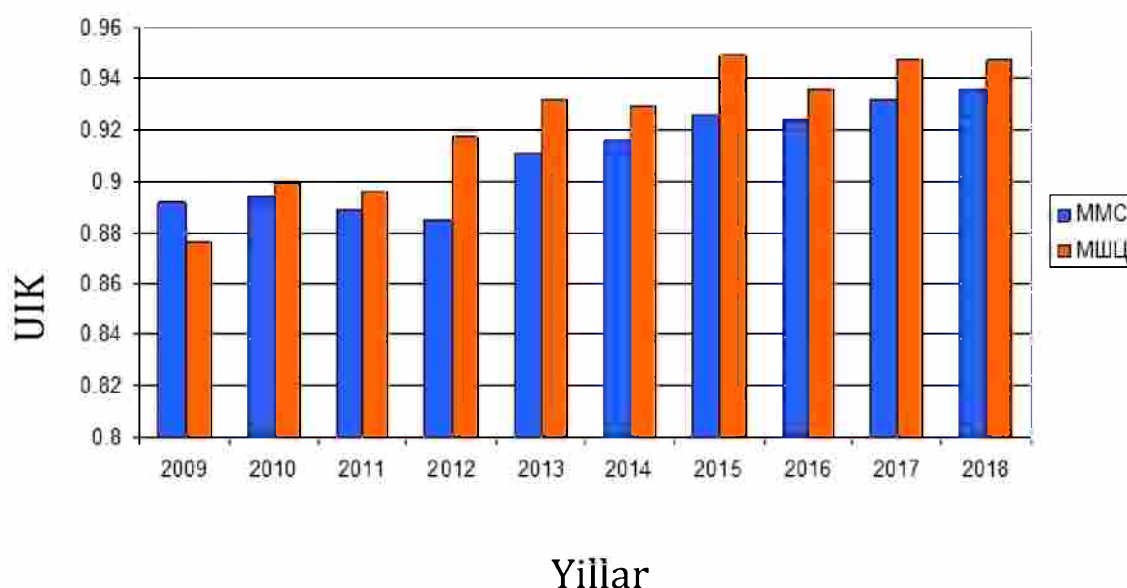
Ko'rsatib o'tilgan tadbirlar zavodning ish unumdorligini 34,5 mln.t (2009y.) dan 38,7 mln. t (2017y.) gacha ko'tarish imkonini berdi. Bundan keyingi unumdorlikni oshirish yanchish sxemasini takomillashtirish yo'nalishi bo'yicha ko'rib chiqildi.

Yanchish sxemasidagi mahsulotning granulometrik tavsifi va yanchish bloklaridan kompleks namuna olish natijalarining tahlili

ishlayotgan sxemaning quyidagi asosiy kamchiliklarini aniqlash imkonini berdi:

1) spiralli klassifikatorning ortiqcha yuklanganligi.

Ma'lumotnoma ma'lumotlari va empirik formulalar yordamida hisoblashlar natijalari bo'yicha talab etilgan o'lchamdagi sliv olishda klassifikatorning sliv bo'yicha ish unumdorligi 82 t/s gacha yetishi mumkin.



65-rasm. 2009-2018 yillar bo'yicha MMS va MShS tegirmonlari uchun uskunaning ishlatilish koeffitsiyenti (UIK)

6-jadvalga ko'ra 155 t/s unumdorlikda klassifikatorning slivi bilan 92 t/s qattiq mahsulot chiqadi va bu holatda slivning reglamentdagi o'lchami ta'minlanmaydi.

Slivni suyuqlashtirish ham talab etilgan o'lchamdagi sliv olish imkonini bermaydi, chunki ko'tariluvchi oqimning tezligi ortadi va slivga +0,15 mm sinfdagi qum zarralari o'tib ketadi [6].

Klassifikatorning qum bo'yicha ish unumdorligi spiralning aylanish tezligiga bog'liq bo'lgan tashish qobiliyati orqali aniqlanadi. Aylanish tezligi 2,0 ay/min. bo'lganda qum bo'yicha

unumdorlik 320 t/s ni tashkil qiladi. Spiralning aylanish tezligini oshishi sliv o'lchamini oshishiga olib keladi.

2) II bosqich tegirmonda yuklamaning kamligi

II bosqich tegirmon uchun dastlabki mahsulot spiralli klassifikatorning qumi hisoblanib, tegirmondan o'tadigan mahsulotning miqdori klassifikatorning qum bo'yicha unumdorligiga bog'liq. Tegirmon barabani hajmiga solishtirma yuklama, o'rtacha 4,3 t/m³·s ni, qayta hosil bo'lgan sinf -0,074 mm bo'yicha solishtirma unumdorlik esa – 0,72 t/m³·s ni tashkil qiladi. Sharli tegirmonlarni ishlatish amaliyotining tahlillari shuni ko'rsatadiki, qayta hosil bo'lgan sinf -0,074 mm bo'yicha eng yuqori solishtirma unumdorlik ta'minlanadigan aylanma yuklama barabani hajmiga solishtirma yuklama qattiq mahsulot bo'yicha 6,5-7,5 t/m³·s bo'lganda to'g'ri keladi.

6-jadval

Yanchish va klassifikatsiya mahsulotlarining tavsifi.

Mahsulot nomi	Unumdorlik (Q), t/c	Chiqish (γ), %	S:Q nisbat (R)	Suvning hajmi (W), m ³ /c	Bo'tanani hajmi (V), m ³ /c	-0,074 mm sinfning miqdori (β ⁷⁴), %
Dastlabki ruda	155	100	0,03	5	63	3,0
MMS slivi	155	100	0,2	31	89	32,5
KSP slivi	92	59	4,6	423	458	74,5
KSP qumi	355	229	0,28	99	233	7,0
MShS slivi	355	229	0,35	124	258	24,0
GS-380 slivi	62,8	41	2,6	163	187	83,0
GS-380 qumi	292,2	189	0,39	114	224	12,0

Umumlashgan sliv	154,8	100	3,79	586	645	77,9
------------------	-------	-----	------	-----	-----	------

Hisoblashlar natijasida II bosqich tegirmon uchun aylanma yuklamani optimallashtirish orqali sxema ish unumdorligini nazariy jihatdan 10% ga ko'tarish mumkin [6].

Bu muammoning yechimi gidrosiklonning qumini birinchi bosqich tegirmon zumpfi va ikkinchi bosqich tegirmonga taqsimlashdir. Buning uchun taqsimlovchi quti o'rnatilib, gidrosiklon qumini ko'rsatilgan tugunga ko'rsatilgan nisbatda taqsimlandi.

Natijada sxemaning ish unumdorligi 155 t/s dan 170 t/s gacha (9,6% ga) oshirildi. Shu bilan birga tasniflash uskunalarining umumlashgan sinfidagi -0,074 mm yiriklikdagi sinfning miqdori 79,9 % ni tashkil qildi. Aylanma yuklamani 2 marta oshirish natijasida ikkinchi bosqich tegirmonining solishtirma ish unumdorligi 0,72 dan 1,14 t/m³·s gacha ko'tarildi [6].

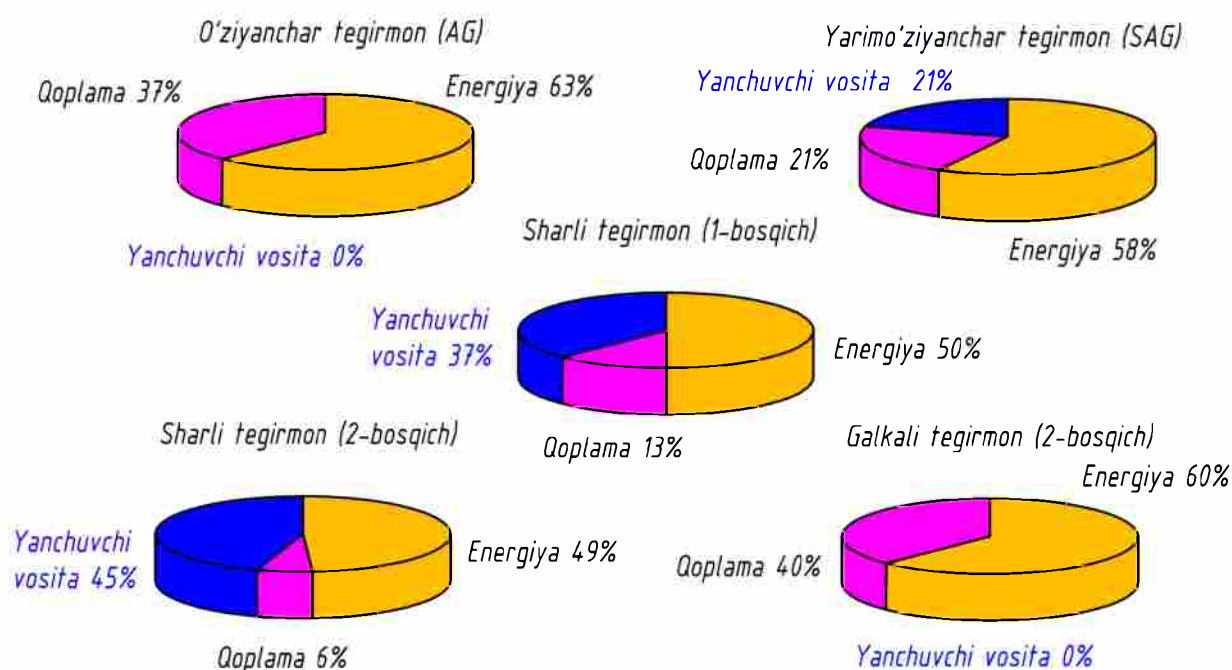
Shunday qilib, o'tkazilgan kompleks tadbirlar natijasida 2-gidrometallurgiya zavodining ish unumdorligi sutkasiga 106 ming.t dan 111 ming.t gacha ko'tarildi.

4.8-§. Yanchuvchi jismlarning yedirilishi

Yanchish jarayoniga sarflanadigan asosiy xarajat energiya, qoplama va yanchuvchi vositalarga to'g'ri keladi. Ular turli tegirmonlar uchun turlichadir. Quyida bir qancha barabanli tegirmonlar uchun ushbu xarajatlar miqdori keltirilgan (66-rasm) [3].

Yanchuvchi vosita sifatida rudali va metall jismlar ishlatiladi. Metall yanchuvchi vositalar shakliga qarab sharli va sterjenli turlarga bo'linadi. Sharlar prokatlash, bolg'alash yoki qoliplash (shtampovka) orqali po'latning turli markalaridan diametri 15 da 125 mm gacha (30 dan 110 mm oraliqda 10 mm ko'lamda) qilib tayyorlanadi. Diametri 60 mm gacha bo'lgan sharlar kamida 0,35 % uglerod saqlovchi po'latdan, diametri 60 mm dan katta sharlar

tarkibida kamida 0,6 % uglerod saqlovchi po'latdan tayyorlanadi. Sharlar toblanishi kerak.



66-rasm. Barabanli tegirmonlar uchun xarajatlar ulushi

Sharlarning yuzasida darzlar, pufakchalar, parda va boshqa begona narsalar bo'lmisligi kerak.

Sterjenlar 40 mm dan 125 mm gacha diametrda uglerodli po'latdan prokatlab tayyorlanadi. Ular ruxsat etilgan chegaragacha yeyilgandan keyin (30-50 mm gacha) bukilmisligi va mayda bo'laklarga bo'linmisligi kerak.

Ishlab chiqarilayotgan sharlar qattiqlik, zarbaga chidamlilik va geometrik o'lchamlar bo'yicha talablarga javob bermaydi, shuning uchun ularning sarfi katta. Yaqin yillar ichida cho'yan yanchuvchi vositalarni ishlab chiqarish yo'lga qo'yiladi.

Shar, sterjen va tegirmon qoplamasining edirilishi yanchuvchi vositaning sirg'anishdagi, dumalashdagi ishqalanishi yanchuvchi vositaning o'zaro va qoplama orasida urilishi natijasida sodir bo'ladi. Yeyilishning jadalligi shar, sterjen va h.k.lar tayyorlangan po'latning xossalariga, abrazivligiga, yanchiluvchi mahsulotning

yirikligi va qattiqligiga, yanchilish usuliga, muhitning agressivligiga, qoplamaning ko'inishiga, tegirmonning ishlash tartibiga, tegirmon barabanining o'lchamiga, yanchish sxemasiga va h.k.ga bog'liq.

Quruq yanchishda po'lat yanchuvchi vositalarning yeyilishi abraziv ta'sir natijasida, ya'ni mahsulot zarrachalarini metallni mikrotirnash va mikrokesish natijasida metall zarrachalarining qirindi shaklida uzilishi hisobiga sodir bo'ladi.

Ho'l yanchishda esa abraziv yeyilishiga yana korrozion yeyilish ham qo'shiladi. Tekshirishlar agressiv muhitda korrozion yeyilish umumiy yeyilishning 10-60 % ni tashkil qilishi aniqlangan.

4.9-§. Maydalash, yanchish va elashda qo'llaniladigan xavfsizlik qoidalari

Bu bo'limlarda xizmat qilish xavfsizligi va qulayligini ta'minlash harakatlanuvchi qismlar va ishchi maydonlarning atroflarini o'rash orqali amalga oshiriladi.

Hamma xizmat ko'rsatuvchi maydonlar 0,3 m balandlikda balandligi 1m dan kam bo'lmagan to'siq bilan o'ralib, to'siqning ostki qismi kamida 180 mm balandlikda yaxlit bo'lishi kerak. Sexlarda mashinalarda ishlovchilar bir binodan ikkinchi binoga bemalol o'tadigan va bu joylarga ehtiyot qismlar olib kelishi uchun bemalol bo'lishi kerak. Truba va tarnovchalarning usti bекitilgan (pol sathida bo'lsa), yoki poldan 2,2 m dan kam bo'lmagan balandlikda joylashishi kerak. Ta'mirlash ishlarini bajarish va og'ir detallarni tashish uchun fabrika sexlari ko'tarma kran va telferlar bilan ta'minlanadi.

Mashinalarning harakatlanuvchi qismlari to'silishi kerak. Shuningdek, maydalagichlarning qabul qiluvchi tuynuklari va konveyerlar yon tomondan butun uzunligi bo'ylab to'siladi.

Asosiy o'tish joylari sexlarda 1,5 m dan kam bo'lmasligi kerak. Maydalagich, tegirmonlar o'rnatilgandan keyingi o'tish joylarining

kengligi 1,2-1,5 m dan kam bo'lmisligi, boshqa uskunalarniki esa 1 m dan kam bo'lmisligi, uskunaning qo'zg'almas qismlariniki esa 0,8 m dan kam bo'lmisligi kerak.

Tasmali konveyer (kengligi 600 mm gacha) bo'ylab o'tish kengligi 0,8 m dan, kengroq konveyerlar uchun esa 1,1 m dan kam bo'lmisligi kerak. Konveyerlarning oxirgi qismlari (uchlari) va uzatma stansiyalari uch tomondan 1 m dan kam bo'lmagan o'tish joyi (proxod) ga ega bo'lishi kerak.

Yoqish moslamalari shunday joylashishi kerakki, mashinani ishga tushiruvchi odam mashinaning yon-atrofi va ishchi maydonining hammasini ko'ra olsun.

Mashinani o'chiruvchi va yoquvchi moslama mashinaning yoniga o'rnatiladi. Uzun tasmali konveyerlarning o'chirish moslamasiga konveyer bo'ylab po'lat sim (diametri 6-5 mm li) ulab qo'yish tavsiya qilinadi. Uning yordami bilan konveyerni istagan joyda to'xtatish mumkin.

Texnika xavfsizligi qoidalari har bir boyitish fabrikasida har bir ish joyi uchun tuziladi. Ishchilar bu qoidalarni o'rganib, ulardagi hamma talablarga rioya qilishlari kerak.

Xavfsizlik texnikasi bo'yicha qo'llanmaning bajarilishi injener-texnik shaxslar, brigadir va masterlar tomonidan nazorat qilinadi.

Fabrika sexlarida ishlashda xavfsizlik qoidalarining umumiy talablari:

1. Buzilgan asbob-uskunada ishlanmasin. Qo'zg'aluvchi qismlarning to'siqlari olinganda ishlanmasin.

2. Ishlab turgan mashina moylanmasin.

3. Mashina ishlab turganda tozalanmasin. Tasmali konveyerlar oxirgi barabanlari va roliklari konveyer ishlab turganda tozalanmasin.

4. Tasmali konveyerning tagiga kirish, uning ustidan xatlab o'tish, konveyer ishlayotganda ham, to'xtaganda ham mumkin emas. Konveyerlar ustidan o'tish uchun maxsus o'tish ko'priklari o'rnatiladi.

5. Maxsus kiyim qulay va ish joyi xususiyatlariga mos bo'lishi kerak.

6. Ta'mirlash vaqtida uskunalarni yoqmaslik kerak. Ta'mirlanayotgan mashinalarning elektr dvigatellari tokdan uzib qo'yilishi kerak.

Har qanday baxtsiz hodisa haqida jabrlanuvchi yoki baxtsiz xodisaning yaqin guvohi sexning texnik nazorat qiluvchi shaxsiga xabar qilishi shart.

Dastgohni ishga tushirishdan avval ogohlantiriluvchi signal beriladi.

Sanoat binosi va o'tga qarshi dastgohlarning tartibi sanoat korxonalarini uchun o't chiqishiga qarshi namunaviy qoidalarga mos kelishi kerak.

Maydalash va yanchish bo'limlari yuklovchi va qabul qiluvchi bunkerlari ishchi maydoni xizmat ko'rsatuvchi shaxslarni temir yo'l va boshqa transport vositalarining kelganidan xabar berish uchun tovush va yorug'lik signallari bilan jihozlanadi [21].

Bu maydonlarda qo'zg'aluvchi yuk vagonlariga xizmat ko'rsatish, shuningdek vagonlar kelganda odamlarning xavfsiz joyga o'tib turishlari uchun yo'lkalar ko'zda tutilishi kerak. Ruda qabul qiluvchi signal bergandan keyingina vagon va avtosamosvallarni bo'shatishni boshlash kerak. Yo'lda turgan vagonlarni bo'shatish vaqtida yo'llarni tozalash man qilinadi. Vagon ag'dargichlar balandligi 2 m dan kam bo'lmagan panjara bilan to'silishi kerak.

Rudani avtotransport bilan berishda avtomashinaning bunkeriga sirg'anib tushib ketishining oldini olish maqsadida bo'shatish maydonida tayanchlar (tirgaklar) o'rnatish kerak. Bunkerlarni qabul qiluvchi maydonlarda chang ushlovchi vositalar bo'lishi kerak. Bunkerdagi rudani kosov bilan kovlash faqat kovlash uchun qo'yilgan darcha orqali bajarilishi kerak. Odamlarni rudani aralashtirish (kovlash) uchun bunkeriga tushishi man qilinadi. Yuklovchi moslamalarni tuzatish va ta'mirlashdan oldin ruda bo'shatiladi va shamollatiladi. Maydalagich operatorning ishchi

maydoni undan rudaning yirik bo'laklari otilib chiqib ketmasligi uchun ishchini himoya qiluvchi himoyalovchi moslamaga ega [21].

Maydalagichga tiqilib qolgan ruda bo'laklarini qo'l bilan ajratib olish yoki kuvalda bilan maydalash man qilinadi. Bu bo'laklar maydalagichdan ko'taruvchi moslamalar bilan chiqarib olinishi yoki havfsizlik qoidalariga rioya qilingan holda parchalanishi kerak. Ishchilarni maydalagichning ichiga tushirilganda ehtiyotlovchi kamar taqilishi va yuklovchi tuynuk usti vaqtinchalik yopib qo'yilishi kerak.

G'alvirlarning yuklovchi va bo'shatuvchi voronkalarining butun kengligi bo'ylab xizmat ko'rsatuvchi ishchilarni rudaning tasodifan otilib chiqishidan himoyalash uchun himoyalovchi moslama o'rnatilishi kerak. G'alvirlarni ishga tushirishdan oldin hamma birikmalarni, ayniqsa muvozanatlovchilarni yaxshilab tekshirib chiqish kerak.

Maydalagichdan ruda bo'laklari otilib chiqib ketmasligi uchun yuklovchi tuynuk olinadigan to'siq bilan (konusli maydalagichlarda) yoki balandligi 1 m dan kam bo'lmagan soyabonli to'siqlar (jag'li va boshqa turdagi maydalagichlarda) bilan berkitiladi [21].

Tegirmon va klassifikatorlarning yoquvchi moslamalari shunday joylashtirilishi kerakki, operator uskunani yoqqanda uning ishini kuzatib tura olsun. Tegirmonning ichini tuzatish va ta'mirlash uni to'xtatilgandan keyin ichini shamollatilganidan keyingina mumkin. Tegirmonning ichida ishlashga brigadirning kuzatuvidan tashqari kuzatib turuvchi ishtirokidagina ruxsat beriladi. Tegirmon ishlab turganda ta'minlagich qoplamasining boltlarini mahkamlash, shuningdek lyuk qopqog'i gaykalarini bo'shatish man qilinadi [21].

Sharlarni konteynerga ortish joylari to'silgan va ortish vaqtida "Xavfli" degan plakat osib qo'yilishi kerak. Konteynerni ko'tarish vaqtida odamlar undan xavfsizroq masofada bo'lishlari kerak. Sharlar konteynerga yuklanganda yon devorigacha kamida 10 sm qolishi kerak.

Elektromagnit kranni yoqishga faqat maxsus o'rgatilgan shaxslargagina ruxsat beriladi.

Klassifikatorlarga xizmat ko'rsatish uchun uning ishchi maydoni klassifikator vannasi bortidan kamida 600 mm past bo'lmasligi kerak.

V BOB

TASNIFLASH JARAYONI

5.1-§. Klassifikatsiya jarayoni. Mineral zarrachalarning suvda va havoda tushish tezligini belgilovchi qonunlar

Gidravlik tasniflash deb har xil o'lchamdagi, shakldagi va zichlikdagi mayda zarrachalar aralashmasini suv oqimida cho'kish tezligiga qarab sinflarga ajratishga aytiladi.

Gidravlik tasniflashning maqsadi, xuddi g'alvirlash singari aniq o'lcham diapazonidagi zarrachalar sinfini olishdan iborat. Hidravlik tasniflashning g'alvirlashdan farqi shundaki, gidravlik tasniflash natijasida olingan har bir sinfdagi suvda tushish tezligi bir xil bo'lgan yengil mahsulotning yirik zarralari va og'ir minerallarning mayda zarralari bir vaqtning o'zida mavjud bo'ladi.

Gidravlik tasniflashga yuboriladigan mahsulotning o'lchami rudalar uchun 3-4 mm, ko'mir uchun 13 mm dan oshmasligi lozim.

Gidravlik tasniflash *mustaqil, tayyorlovchi yoki yordamchi* jarayon ko'rinishida bo'lishi mumkin. Hidravlik tasniflash donador mahsulotni loy va loyqadan yuvishda, marganes, volfram, rudalari va boshqa sochma kon rudalarini dezintegratsiyalashdan so'ng qo'llanilganda mustaqil jarayon sifatida keladi [2].

Turli sinfdagi mahsulotni alohida boyitish zarurati tug'ilganda (masalan, gravitatsiya usulida boyitishda) gidravlik tasniflash tayyorlovchi jarayon sifatida, rudalarni yanchish sxemalarida yanchilgan mahsulotdan oxirigacha yanchilmagan donador zarralarni ajratib olishda (oxirigacha yanchish maqsadida) esa yordamchi jarayon sifatida ishlatiladi.

Gidravlik tasniflashning nazariy asoslari mineral zarrachalarning suvda tushish qonuniyatiga asoslangan [1].

Zarrachalarning muhitda tushish tezligi ularning o'lchamiga, shakliga, zichligiga va muhitning zichligiga bog'liq. Yuqori zichlikka ega bo'lgan yirik zarralar kichik zichlikka ega bo'lgan mayda

zarrachalarga nisbatan tezroq tushadi. Ammo katta zichlikka ega bo'lgan yirik zarrachaning shakli yassi ko'rinishga ega bo'lsa, uning tushish tezligi sezilarli darajada kamayishi mumkin, chunki bu holda muhitning qarshiligi ortadi.

Muhit qarshiligining ikki asosiy turi mavjud: dinamikalik va qovushqoqlilik.

Gidravlik tasniflashda zarrachalarning tushish tezligiga har ikki turdagi qarshilik ta'sir qiladi, biroq turli xil zarralarning tushishida ularning namoyon bo'lish darajasi bir xil bo'lmaydi.

Katta zarralar yuqori tezlikda tushganda, dinamik qarshilik kuchayadi va kichik zarralar tushganda esa qovushqoqlik ustunlik qiladi.

O'lchami 1 mm dan katta zarralarning suvda oxirgi tushish tezligi v_o , m/s, Rittinger formulasi bilan aniqlash mumkin:

$$v_o = R\sqrt{d(\delta - 1000)}, \quad (5.1)$$

bu yerda, R - son omili (koeffitsiyent) (suv uchun $R = 0,16$, havo uchun $R = 4.6$); d – sharsimon zarraning diametri, m; δ – zarraning zichligi, kg/m³.

O'lchami 0,1 mm dan kichik zarralar uchun suvda oxirgi tushish tezligi v_o , m/s, Stoks formulasi bilan aniqlanadi:

$$v_o = Sd^2(\delta - 1000), \quad (5.2)$$

Bu yerda, S - son omili (koeffitsiyent) (suv uchun $S = 545$, havo uchun $S = 30278$).

O'rtacha kattalikdagi zarrachalarning (0,1-1 mm) oxirgi tushish tezligini aniqlash uchun Allen formulasi qo'llaniladi:

$$v_o = Ad \cdot \sqrt[3]{(\delta - 1000)^2}, \quad (5.3)$$

bu yerda, A - son omili (koeffitsiyent) (suv uchun A = 1,146, havo uchun A = 40,6).

(5.1) - (5.3) formulalar orqali hisoblangan shar shaklidagi zarrachalarning suvda oxirgi tushish tezligi haqiqiy hisoblanadi, chunki yanchishdan so'ng gidravlik tasniflashga yuboriladigan barcha mineral zarrachalar yapaloq, burchakli, uzun bo'yli, yumaloq va boshqa shakllarga ega bo'ladi.

Shar shaklidagi zarrachalarning suyuq muhitda oxirgi tushish tezligini Reynolds soni bo'yicha aniqlashning universal usulini qo'llashni P.V. Lyashchenko tomonidan taklif qilingan. Bu usul istalgan suyuq muhit uchun qarshilikning ikkala turini ham hisobga oladi [5].

Reynolds soni (Re) deb zarrachalarning tezligini uning diametri va suyuqlik zichligiga ko'paytmasini suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyentiga nisbatiga aytiladi:

$$Re = v d \Delta / \mu , \quad (5.4)$$

bu yerda, v – jism harakatining nisbiy tezligi, m/s; d - harakatlanuvchi jismning diametri, m; Δ - suyuqlikning zichligi, kg/m³; μ - suyuqlik qovushqoqligining mutlaq koeffitsiyenti, N·s/m².

Re > 1000 bo'lsa, suyuqlik harakati turbulent, Re < 1 da laminar va Re = 1÷1000 da noturg'un [5].

Oxirgi tushish tezligini aniqlash shundan iboratki, zarracha va muhitning ma'lum parametrlari uchun $Re^2 \psi$ parametri quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Re^2 \psi = \frac{1}{6} \pi d^3 (\delta - \Delta) g \Delta / \mu^2 \quad (5.5)$$

bu yerda, d - zarracha diametri, m; δ - zarrachaning zichligi, kg/m³; Δ - muhitning zichligi, kg/m³ (suv uchun $\Delta = 1000$); g -

erkin tushish tezlanishi ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$); μ - suvning qovushqoqlik koeffitsiyenti $\mu = 0,001 \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$).

Birinchi bo'lib $Re^2 \psi$ parametri P.V Lyashchenko tomonidan taklif qilingan bo'lib, u ham xuddi Re va ψ sonlari kabi o'lchamsiz va ular orasida bog'liqlik o'rnatilgan (67-rasm) [6].

Diagrammada (67-rasmga qarang), $Re^2 \psi$ ning hisoblangan qiymati bo'yicha Re ning qiymati topiladi, so'ngra oxirgi tezlik (5.4) formula bo'yicha aniqlanadi.

Bir xil tezlikda tushadigan ikkita har xil minerallar zarrachalarining diametri nisbati **teng tushuvchanlik koeffitsiyenti** deb ataladi.

Teng tushuvchanlik koeffitsiyenti yengil mineral zarrachasi bir xil tushish tezligiga ega bo'lgan og'ir mineralning zarrasidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi va u har qanday o'lchamdagi zarralar uchun quyidagi formuladan aniqlanadi [8]:

$$e = d_1/d_2 = Re_1/Re_2 \approx [(\delta_2 - \Delta)/(\delta_1 - \Delta)]^n \quad (5.6)$$

bu yerda, d_1 va d_2 teng tushuvchi yengil va og'ir minerallarning zarralari diametri, m; δ_1 va δ_2 bu zarrachalarning zichligi, kg/m^3 ; Δ - muhitning zichligi, kg/m^3 ; $n = 1 \div 3$.

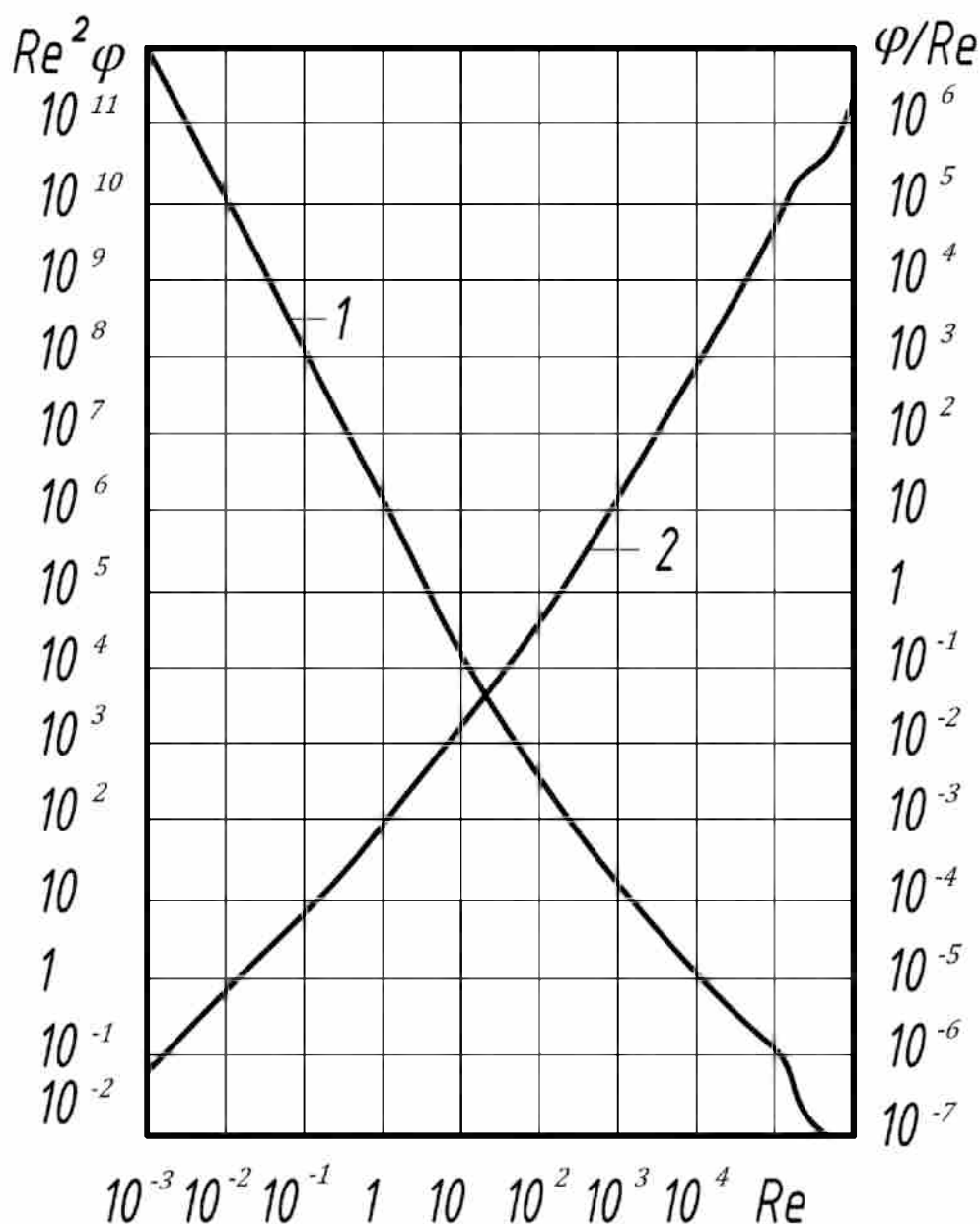
Boyitish amaliyoti sharoitlarida zarralar erkin tarzda emas, balki ommaviy tarzda va cheklangan maydonda, ya'ni, tor sharoitlarda harakatlanadi.

Zarralarning cheklangan sharoitda tushish tezligi har doim erkin tushish tezligidan kamroq va u muhitning qovushqoqligiga bog'liq bo'lib, undagi qattiq zarralarning miqdori ko'payib borishi bilan ortadi.

U quyidagi formula bilan ifodalanishi mumkin

$$v_{CT} = \theta v_o \quad (5.7)$$

bu yerda, v_{CT} - cheklangan sharoitda suyuqlikda zarrachalarning oxirgi cho'kish tezligi, m/s; v_o - zarrachaning erkin tushishining oxirgi tezligi, m/s; θ - tezlikning pasayish koeffitsiyenti. Hisob-kitoblarga ko'ra, $\theta = 0,08 \div 0,21$.



67-rasm. $Re^2 \psi$ (1) va ψ/Re (2) parametrlarining Rega bog'liqligi.

Zarralarning cheklangan sharoitda tushish tezligi va erkin tushish tezligi qonuniyatlari gravitatsiya usulida boyitish jarayonini yaratishda, loyqa suvlarni tindirish va gidravlik tasniflash jarayonlarini ishlab chiqishda qo'llaniladi.

5.2-§. Hidravlik klassifikatsiya jarayoni. Hidravlik klassifikatorlar

Gidravlik tasniflash doimiy ravishda ko'tariluvchi (yuqoriga harakatlanuvchi) yoki gorizontaal va qiya oqayotgan suv oqimlarida amalga oshiriladi. Barcha hollarda gidravlik tasniflashda mineralarning alohida zarralari suv oqimi tezligiga teng ta'sir qiluvchi tezlikda va har bir zarraning tushish tezligiga teng tezlikda harakatlanadi.

Tasniflash sxemasining ikki turi mavjud. Agar birinchi navbatda katta sinf ajratilsa va keyingi kichik sinflarni tasniflash uchun ko'tariluvchi (yuqoriga harakatlanuvchi) oqimlarning tezligi asta-sekin kamayib borsa, unda bunday sxema *yirikdan maydaga tasniflash* deb nomlanadi.

Agar dastlab maydaroq mahsulot ajratilib, qolgan mahsulotdan kattaroq sinflarni ajratib olish uchun yuqoriga qarab harakatlanuvchi oqim tezligini bosqichma-bosqich oshirib borilsa, bunday sxema *maydadan yirikka tasniflash* sxemasi deb nomlanadi.

Chegaradagi zarra deb, mineral aralashmasi sinflarga ajralayotgan o'lchamdagi zarra o'lchamiga aytiladi.

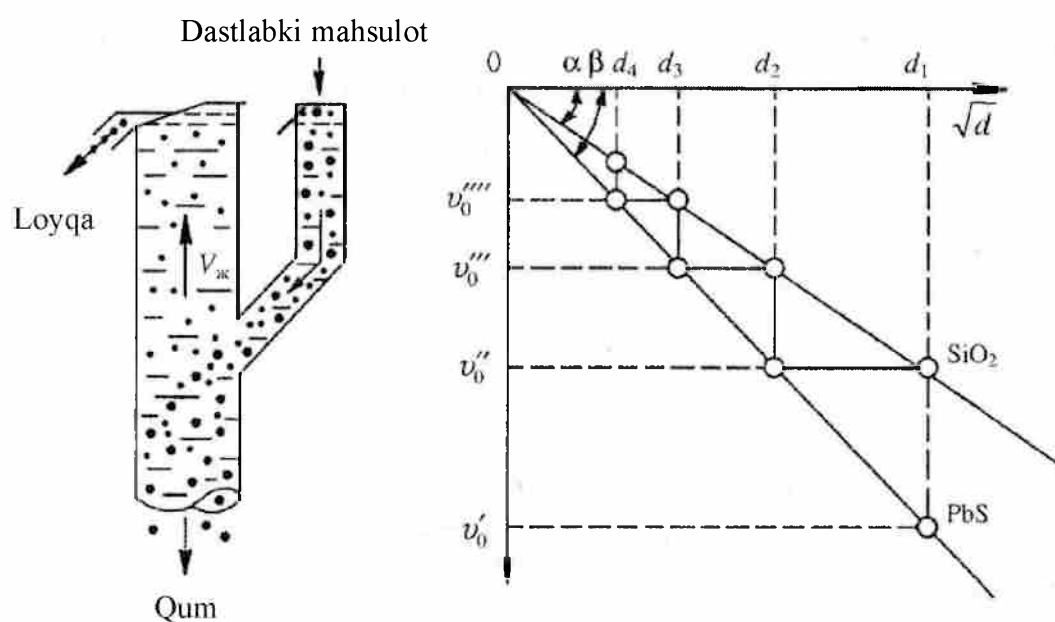
Yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimida gidravlik tasniflash

Gidravlik tasniflagichda mahsulotning yirikligiga ko'ra ajratish sxemasi 68-rasmda keltirilgan. Vertikal o'rnatilgan quvurda v_j tezlik bilan yuqoriga qarab to'xtovsiz harakatlanuvchi suv oqimi bor. Quvur ichiga turli o'lchamdagi zarralar aralashmasi yuboriladi. Harakatsiz suvli muhitda zarrachalarning tushish tezligi, bir xil sharoitda (zarraning zichligi va shakli bo'yicha) faqat ularning o'lchamiga bog'liq bo'ladi – zarrachalarning o'lchami qancha katta bo'lsa, ularning tezligi ham shunchalik katta bo'ladi. Yuqoriga qarab harakatlanuvchi suv oqimiga yuborilgan zarrachalar aralashmasi ikkita mahsulotga bo'linadi. Tushishi tezligi yuqoriga

harakatlanuvchi oqim tezligidan kattaroq bo'lgan, nisbatan katta zarrachalar quvurning pastki qismiga tushadi. Ushbu mahsulot «qum» deb ataladi. Tushishi tezligi yuqoriga harakatlanuvchi oqim tezligidan kichik bo'lgan, nisbatan kichik zarrachalar yuqoriga oqim bilan ko'tariladi va quvurdan chiqib ketadi. Ushbu mahsulot «sliv» deb ataladi.

Haqiqiy sharoitda, zarralar faqatgina o'lchamlari bo'yicha emas, balki zichlik va shakli (sharsimon shakldan tashqari) bo'yicha farqlanib, ajratilgan mahsulotlariga zarrachalarning taqsimlash shakli murakkab xarakterga ega bo'ladi [2].

Zarrachalar aralashmasidan mahsulotni sinflarga ajratish prinsipi G.O.Chechot tomonidan mineral zarrachalarning oxirgi tushish tezligi v_o , ularning diametri d va zichligi δ o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatib beruvchi diagrammada aniq ko'rsatib berilgan.



68-rasm. Yuqoriga qarab harakatlanuvchi suv oqimida mahsulotni o'lchami bo'yicha ajralish sxemasi (a) va G.O. Chechotta diagrammasi (b).

Umuman olganda, bu bog'liqlik chiziqli tenglama $v_o = A\sqrt{d}$ ko'rinishida ifodalanishi mumkin, bu yerda A -

zarralarning zichligi va harakatlanish uslubini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Diagramma quyidagi tarzda yaratilgan. Absissa o'qi bo'yicha \sqrt{d} yotqiziladi, ordinatning o'qiga esa ν_0 . To'g'ri chiziqning absissa o'qiga burilish burchagi A ning qiymati bilan belgilanadi va u mineralning zichligiga bog'liqdir. Zichlik qancha katta bo'lsa, to'g'ri chiziqning qiyalik burchagi shuncha katta bo'ladi.

68-rasmda d_1+0 mm o'lchamdagi kvars SiO_2 (yengil mineral) va galenit PbS (og'ir mineral) zarralari aralashmasining yirikdan maydagacha tasniflash sxemasi bo'yicha sinflarga ajralishi keltirilgan.

α burchak β burchakdan kichik, chunki SiO_2 ning zichligi ($\delta_1 = 2,6 \text{ g/sm}^3$) PbS ning zichligi ($\delta_1 = 7,5 \text{ g/sm}^3$) dan kichik.

Mineral aralashmasiga tezligi ν_0' ga teng bo'lgan yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimi ta'sir etganda, zarrachalarning barcha aralashmasi suv yuzasiga suzib chiqadi.

Mineral aralashmasiga SiO_2 ning eng yirik zarrasining (bu holatda d_1) oxirgi tushish tezligiga teng bo'lgan tezligi ν_0'' ga teng bo'lgan yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimi ta'sir etganda SiO_2 ning $-d_1+0$ yiriklikdagi zarralari suv yuzasiga suzib chiqadi. SiO_2 ning faqat $-d_1+ d_2$ yiriklikdagi zarralari suvda cho'kadi.

Suzib chiqqan zarrachalarga tezligi ν_0''' ga teng bo'lgan yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimi ta'sir ettirilganda SiO_2 zarrachalaridan o'lchami $-d_1+ d_2$ va PbS zarrachalaridan o'lchami $-d_2+ d_3$ bo'lgan yangi sinf olamiz.

Yuqoriga harakatlanuvchi suv oqimi tezligi ν_0'''' ni kamaytirilganda suv yuzasiga ν_0''' tezlikda suzib chiqqan zarrachalardan iborat uchinchi sinfni olamiz. Bu sinf $-d_2+d_3$ o'lchamdagi SiO_2 zarrachalaridan va $-d_3+d_4$ o'lchamdagi PbS zarrachalaridan tashkil topadi.

Bu misolda, to'rtinchi sinf kvars va galenitning eng kichik zarrachalaridan ($-d_3+0$ o'lchamdagi SiO_2 va $-d_3+0$ o'lchamdagi PbS) iborat gidravlik tasniflagichning slividir.

Sinflar ajratilgan oqimlarning nisbati *gidravlik tasniflash shkalasining koeffitsiyenti* deb ataladi va s bilan belgilanadi [2].

Keltirilgan misol uchun, qo'shni sinflarni taqsimlashda gidravlik tasniflash shkalasining koeffitsiyenti quyidagicha bo'ladi

$$s' = v_0''/v_0''' \text{ va } s'' = v_0'''/v_0'''' \quad (5.8)$$

Tasniflashning chegaralovchi yirikligi deb o'lchami d_{ch} bo'lgan mineral zarrachaga aytiladi va bu o'lchamdagi zarrachalarning ajralish mahsulotlariga tushish ehtimoli bir xil.

Mahsulotni d_{ch} sinf bo'yicha ajratish uchun kerakli suv oqimining tezligi quyidagicha bo'ladi

$$w_\varepsilon = v_{0\ ch} \text{ yoki } w_\varepsilon = \varepsilon^3 v_{0\ ch} \quad (5.9)$$

bu yerda $v_{0\ ch}$ - chegaralovchi yiriklikdagi zarrachalar erkin tushishining oxirgi tezligi, m/sek; ε - yumshatilish koeffitsiyenti.

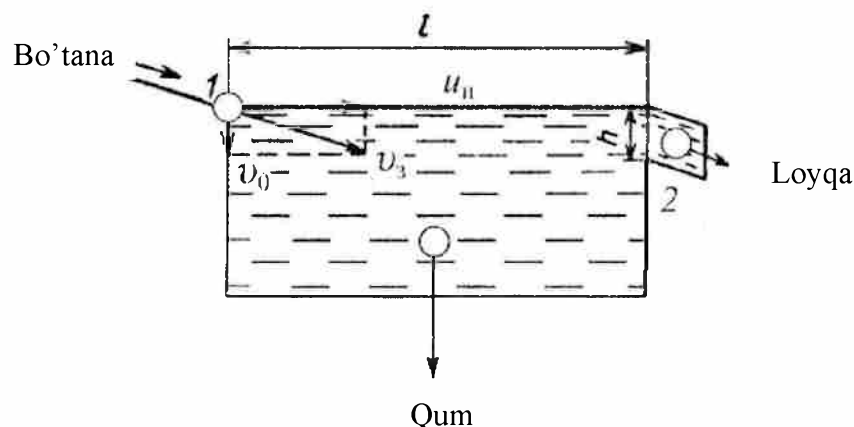
Gorizontal bo'tana oqimida gidravlik tasniflash

Ajralish tamoyili 69-rasmda quyidagicha tasvirlangan.

Zarra v_3 tezlikdagi gorizontal oqimda u_p tezlik bilan harakatlanib, uning (zarrachaning) oxirgi tushish tezligi v_0 ga teng $-d-0$ o'lchamdagi aralashmani $d-d_1$ va d_1-0 sinflarga chegaraviy zarracha bo'yicha ajratish uchun

$$l/u_p = h/v_3$$

bu yerda l - tasniflovchi uskunaning uzunligi (mahsulotni yuklash 1 dan sliv oqib chiqadigan qism 2 gacha) (69-rasmga qarang); h - oqayotgan bo'tana oqimining chuqurligi.



69-rasm. Gorizontal bo'tana oqimida gidravlik tasniflash sxemasi

$h/v_3 > l/u_p$ bo'lgan kichik zarrachalar bo'tana oqimi bilan l masofani o'tishda h chuqurlikka tushishga ulgurmaydi va sliv bilan nov 2 orqali chiqib ketadi. $h/v_3 < l/u_p$ bo'lgan yirik zarrachalar esa tasniflovchi uskuna ichida qoladi.

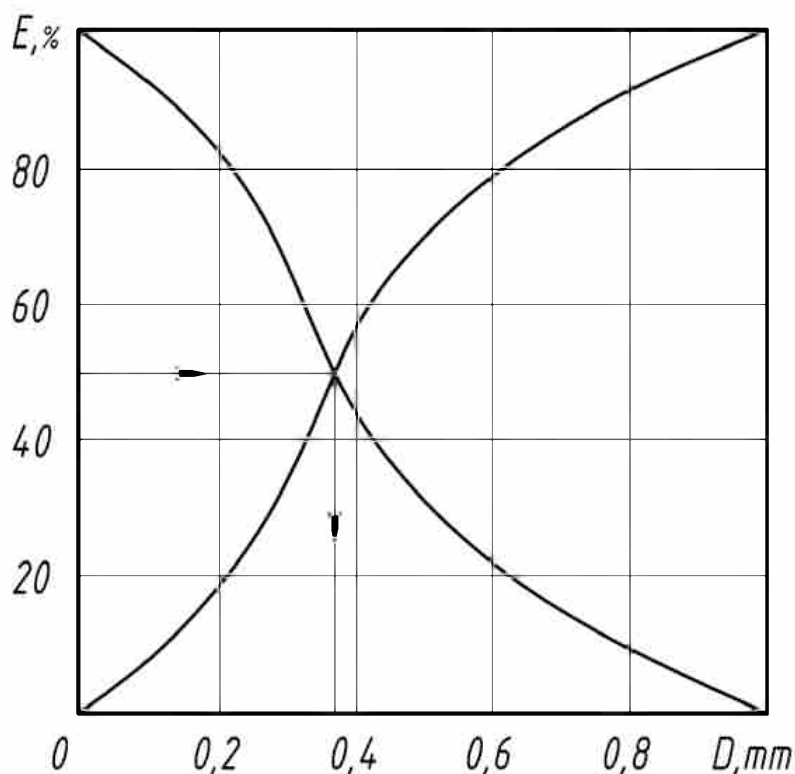
Gidravlik tasniflash samaradorligi η , % quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\eta = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{100} = \frac{10000(\beta - \alpha)(\alpha - \theta)}{\alpha(100 - \alpha)(\beta - \theta)}, \quad (5.10)$$

bu yerda ε_1 - cho'kmaga d_{ch} dan katta o'lchamdagi zarrachalarning ajralishi,%; ε_2 - slivga d_{ch} dan kichik o'lchamdagi zarrachalarning ajralishi,%; α , β , θ - mos holda dastlabki mahsulotdagi, slivdagi va cho'kmadagi d_{ch} dan kichik o'lchamdagi zarrachalarning miqdori, %.

η ning qiymati o'rtacha 70% dan 90% gacha o'zgarib turadi.

Gidravlik tasniflash jarayonini baholash uchun tasniflash mahsulotlarini elash amalga oshiriladi. Elakli tahlil natijalari ma'lumotlari diagrammaga kiritiladi (70-rasm).



70-rasm. Tasniflashning chegaraviy o'lchamlarini aniqlash

Ordinata o'qiga mahsulotning ajralishi ε , absissa o'qiga esa elaklar ko'zining o'lchamlari D kiritiladi. Absissa o'qida katta va kichik mahsulotlarning ajralish egri chiziqlarining kesishish nuqtasi ordinatasi ushbu mahsulotning chegaraviy o'lchamiga teng qismini kesadi. Egri chiziqlarning kesishish nuqtasi ordinatasi yirik zarralarni mayda zarralar bilan va mayda zarrachalarni yirik sinfdagi zarrachalar bilan ifloslanishiga mos keladi.

5.3-§. Mexanik (spiralli) klassifikatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Tasniflagich - dastlabki mahsulotni elovchi yuza qo'llamagan holda ikki yoki undan ko'p o'lchamdagi sinflarga ajratish uchun qo'llaniladigan uskunadir. Olib boriladigan tasniflash jarayoni muallaq holdagi yirik va mayda zarrachalarni sokin yoki harakatdagi muhitda erkin bo'lmagan tushish tezliklari farqiga asoslangan. Tasniflagichda bo'tana turli o'lchamdagi ikki yoki

undan ko'p mahsulot (fraksiya)ga bo'linadi. Ikki mahsulotga bo'linganda, katta o'lchamdagi mahsulot qum fraksiyasi, qisqacha *qum* deb ataladi va mayda mahsulot *sliv* deb ataladi. Uch yoki undan ko'p mahsulotga (fraksiyalarga) bo'linish ko'p mahsulotli tasniflagichlarda amalga oshiriladi.

Ishlash usuli bo'yicha tasniflagichlar bo'linishi gravitatsiya kuchlari ta'siri ostida kechadigan - *gravitatsion* (piramidali, konusli, elevatorli va skrebkali) va markazdan qochma kuchlar ta'siri ostida bo'linadigan - *markazdan qochma* (gidrosiklonlar, yoysimon g'alvirlar) ga bo'linadi.

Tasniflagichlarning konstruktiv tuzilishiga qarab bo'tananing (yoki qo'shilgan suvning) harakati vertikal, gorizontol, klassifikatorning o'qi bo'ylab yoki spirali bo'ylab berilishi mumkin.

Mexanik spiralli tasniflagich (71-rasm) qiya korita 1, koritaning ichiga o'rnatilgan bir yoki ikkita aylanuvchi spiral 3 bilan jihozlangan val 2 dan iborat [2].

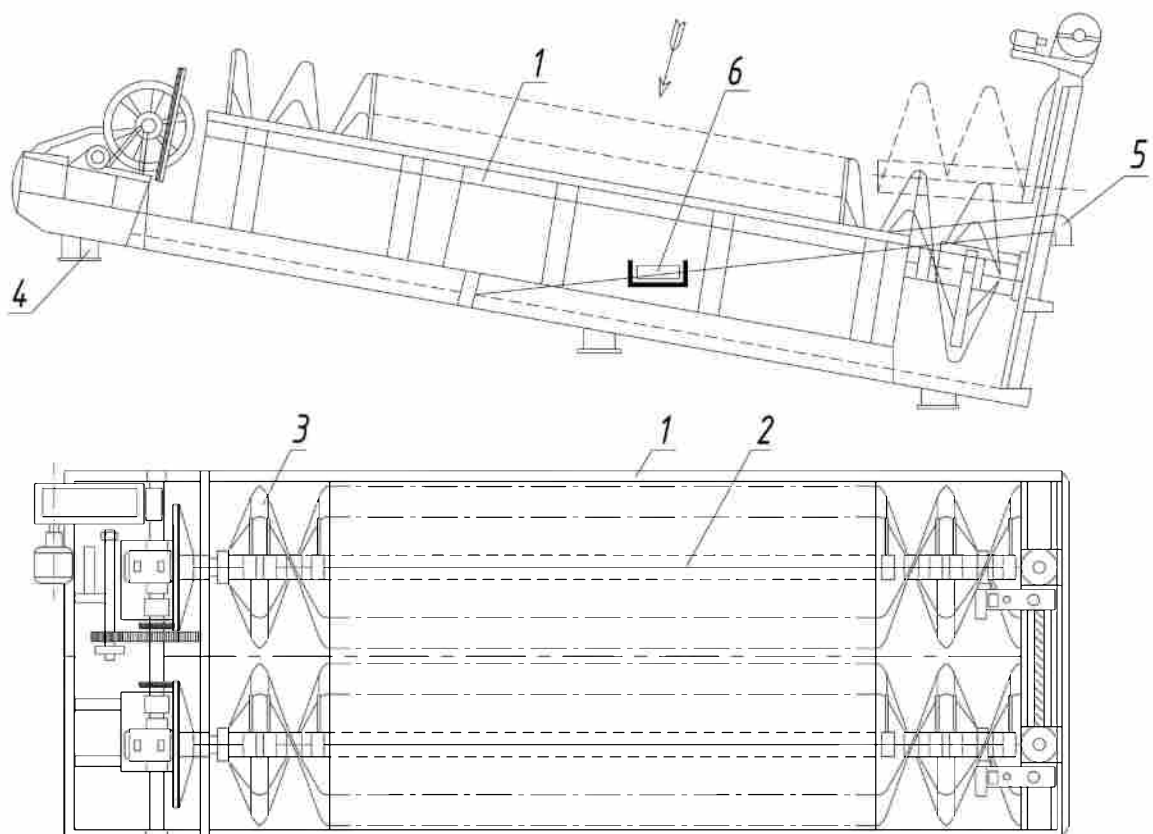
Ajralish gorizontol oqimda sodir bo'lib, yirik mahsulot – qumga va mayda mahsulot – slivga ajraladi.

Dastlabki mahsulot tasniflagichning pastki qismidan koritaning yon devorida joylashgan qabul qiluvchi cho'ntak 6 orqali yuboriladi. Yirik zarralar (qum) korita tubiga cho'kadi va aylanuvchi spiral bilan tasniflagichning yuqori qismiga bo'shatuvchi tirqish 4 tomon harakatlanadi. Mayin zarrachalar esa bo'tana ko'rinishida sliv ostonasida 5 dan oqib chiqib ketadi [2].

Spiralli tasniflagichlar tuzilishining soddaligi va xizmat ko'rsatishning osonligi, ishlatilishdagi ishonchlilik va yuqori ish unumdorligi bilan ajralib turadi.

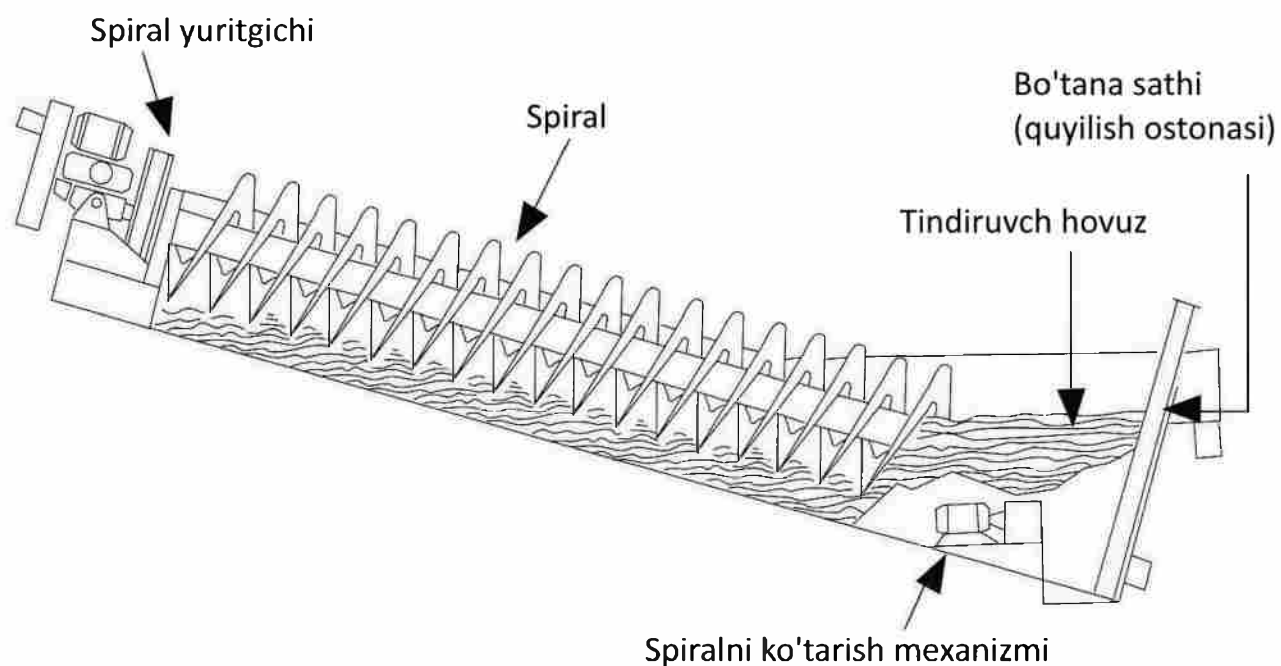
Spiralning muntazam bir tekis va sokin aylanishi mahsulotni tasniflash uchun qulay sharoitni hosil qilib, yuqori zichlikdagi toza sliv olish imkonini beradi.

Spiralli tasniflagichlarning *ish unumdorligi* ikkita mahsulot bilan aniqlanadi: sliv bo'yicha va qum bo'yicha.



71-rasm. Mexanik spiral tasniflagich

1 – qiya korita; 2 – val; 3 - aylanuvchi spiral; 4 – qumni bo’shatuvchi tirqish; 5 – sliv yoqasida (ostonasi); 6 – dastlabki mahsulotni qabul qiluvchi cho’ntak.



72-rasm. Mexanik spiral tasniflagichning yon tomondan qirqimda ko‘rinishi

Sliv bo'yicha unumdorlik, t/sut, quyidagi empirik formula bilan aniqlanadi:

yuqori sliv ostonasi (porog) ga ega tasniflagichlar uchun

$$Q = mk_1k_2(94D^2 - 16D): \quad (5.11)$$

Spirali botgan tasniflagichlar uchun

$$Q = mk_1k_2(75D^2 - 10D), \quad (5.12)$$

bu yerda m - tasniflagich spirallarining soni; k_1 - sliv o'lchamiga bog'liq koeffitsiyent (yuqori sliv ostonasi (porog)ga ega tasniflagichlar uchun $k_1 = 0,46 \div 1,95$, spirali botgan tasniflagichlar uchun $k_1 = 0,36 \div 2,9$); k_2 - sliv zichligiga bog'liq koeffitsiyent ($k_2 = 1,9 \div 1$); D - spiral diametri, m.

Qum bo'yicha unumdorligi, t/sut, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = 135mk_2D^3n, \quad (5.13)$$

bu yerda n - spiralning aylanish tezligi, min^{-1} .

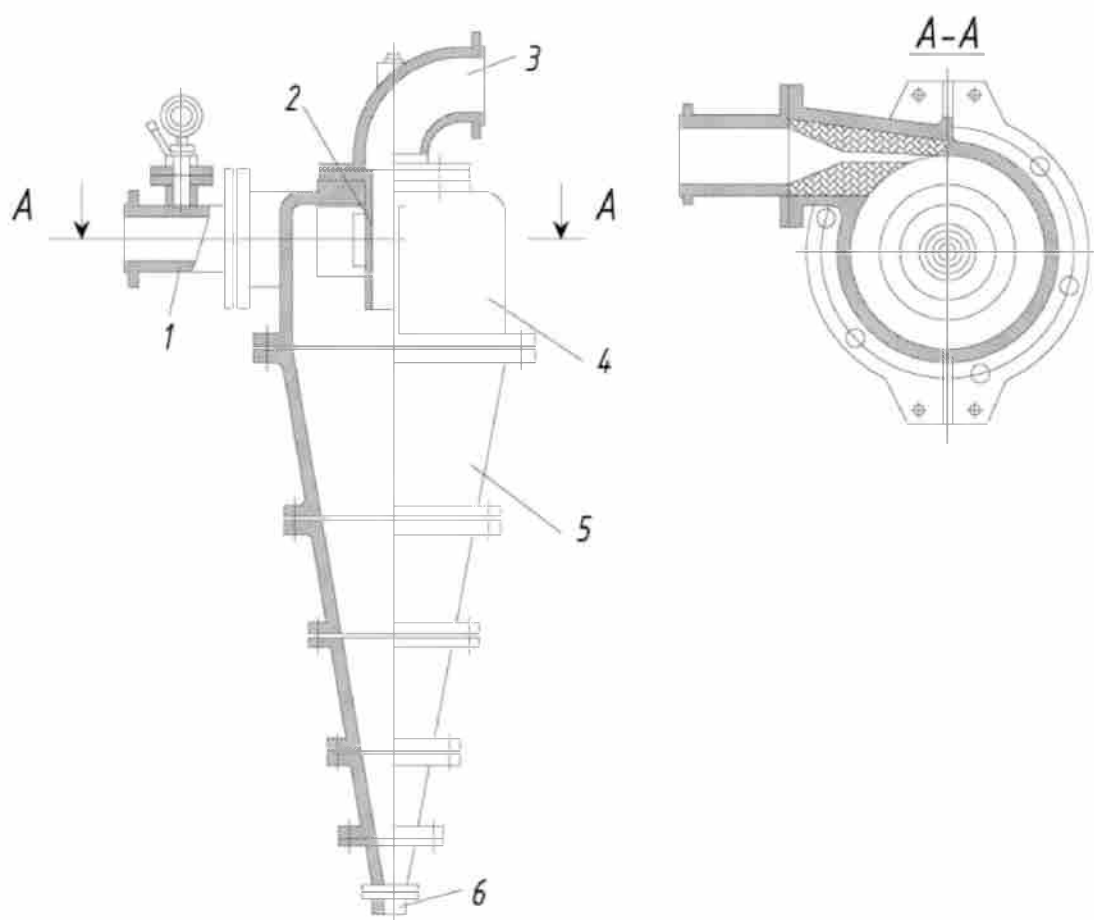
Ishlab chiqaruvchi zavodlar diametri 0,3 dan 3 m gacha va koritasining uzunligi 2,9 dan 15,1 m gacha bo'lgan spiralli tasniflagichlar ishlab chiqaradi.

5.4-§. Gidrosiklonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Gidrosiklonlar – mayda yanchilgan mahsulotlarni gidravlik tasniflash uskunasi bo'lib, tasniflanish bo'tananing aylanishidan hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch ta'sirida amalga oshadi.

Gidrosiklon (73-rasm) silindrsimon 4 va konussimon 5 qismlardan iborat bo'lgan qurilma. Qurilmaning ichki yuzasi

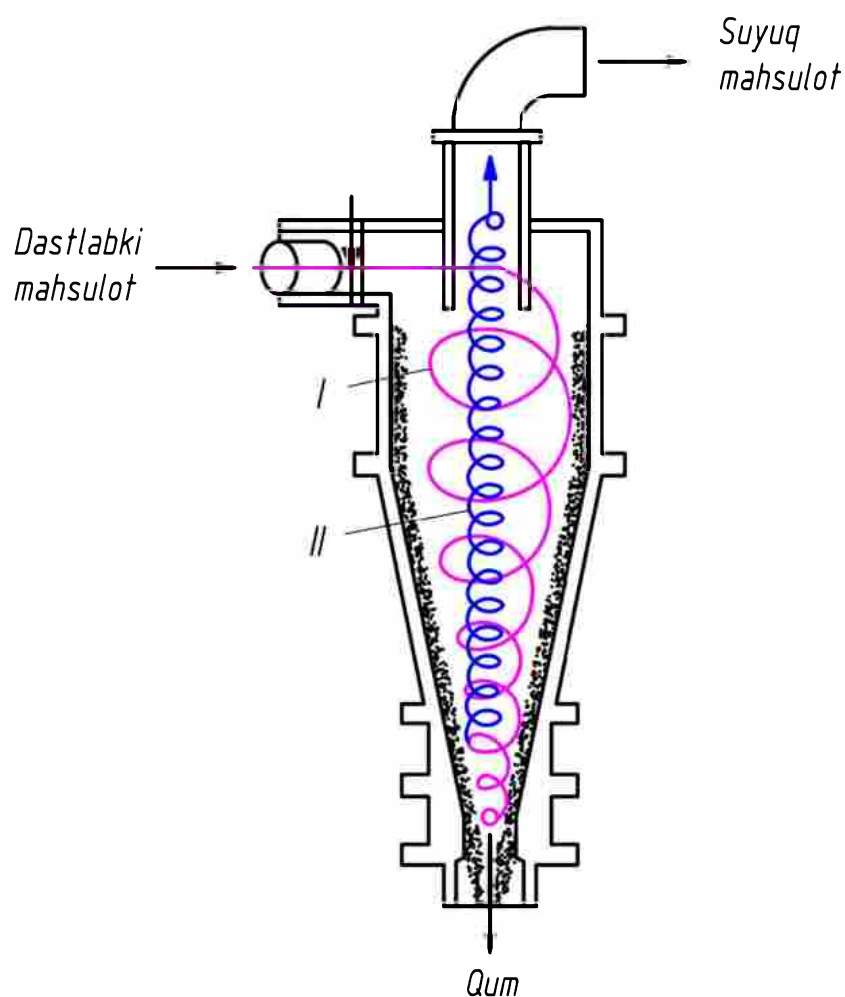
abraziv zarralarning ishqalanishidan himoyalovchi tosh qoplama, poleuteran yoki rezina bilan himoyalanadi.



73-rasm. Tasniflovchi gidrosiklon

Silindrsimon qism yuqoridan markaziy teshikka ega bo'lgan qopqoq 2 bilan yopiladi. Qopqoqning teshigiga boltlar yordamida sliv quvuri 3 mahkamlanadi. Gidrosiklonning konussimon qismining uchiga qum uchun konussimon nasadka boltlar yorlamida mahkamlanadi. Gidrosiklonning silindrsimon qismida dastlabki mahsulot uchun quvur 1 o'rnatiladi. Gidrosiklonga kirishdagi bosim monometr yordamida nazorat qilinadi. Dastlabki mahsulot gidrosiklonga bosim ostida qabul qiluvchi quvur 1 orqali yuboriladi (73-rasm). Qabul qiluvchi quvur gidrosiklonning silindrsimon qismi 4 ga urinma holda joylashganligi sababli, bo'tana aylanish

harakatini oladi. Nisbatan katta va og'ir zarrachalar markazdan qochma kuch ta'sirida uskunaning devori bo'ylab spiralsimon oqimda pastga harakatlanadi va qum uchun quvur 6 dan chiqarib yuboriladi. Mayda zarrachalar suv bilan birga ichki oqim hosil qiladi, u ko'tariladi va sliv quvuri 3 orqali chiqarib yuboriladi.



74-rasm. Gidrosiklonidagi mahsulotning harakatlanish sxemasi

Gidrosiklonlarning unumdorligi va mahsulotlarning ajralish samaradorligi ko'pgina omillarga bog'liq bo'lib, ularning asosiy qismini quyidagilar tashkil etadi: gidrosiklonga kirishda bo'tananing qabul qiluvchi quvurning, sliv va qum uchun quvurlarning ichki qirqimi o'lchamlari; silindrsimon qismi diametri va gidrosiklonning konuslik burchagi; gidrosiklonga yuboriladigan bo'tananing zichligi; tasniflanayotgan mahsulotning xarakteristikasi.

Gidrosiklon diametrining oshishi bilan uning hajmiy unumdorligi ortadi. Shunga qaramasdan, dastlabki mahsulotning o'lchami qancha kichik bo'lsa, gidrosiklonning diametri shuncha kichik bo'lishi kerakligini inobatga olish zarur.

Bo'tananing qabul qiluvchi quvur o'lchamining oshishi bilan gidrosiklonning hajmiy unumdorligi proporsional ravishda oshadi. Biroq, hajmiy unumdorlikning oshishi bilan slivga katta zarralar chiqib ketadi.

Qum chiquvchi quvur diametrining oshishi bilan slivning chiqishi kamayadi, quyilgan mahsulotning hajmi ortadi va undagi qattiq zarralar miqdori kamayadi, mayin zarrachalar pastki quvur orqali chiqib ketishi kuzatiladi.

Gidrosiklonga kirishdagi bosim gidrosiklonning ish unumdorligiga va ajralish sifatiga ta'sir qiladi. Mayin sliv olish uchun bosim 150-200 kPa dan kam bo'lmasligi kerak. 30-50 kPa bosimida slivdagi zarrachalarning o'lchami sezilarli darajada ortadi.

Tasniflash va quyiltirish uchun gidrosiklonlarning konuslik burchagi 10-20° bo'lib, cho'zilgan konus qismi va qisqartirilgan sliv quvuriga ega.

Tasniflash va quyiltirishda asosiy texnologik ko'rsatkichlar quyidagicha: dastlabki mahsulotdagi qattiq zarrachalarning miqdori - 10-20%; eng kam ajratish o'lchami - 0,01 mm; dastlabki mahsulotning gidrosiklonga kirishdagi bosimi - 0,4 MPa gacha.

Gidrosiklonning quyilgan yirik zarrachali mahsulotida qattiqlik miqdori keng chegarada (300 dan 900 g/l gacha) olinishi mumkin.

Gidrosiklonning dastlabki bo'tana bo'yicha ishlab chiqarish quvvati W , m³/soat, quyidagi formuladan aniqlanadi

$$W = 30d_p d_c \sqrt{H}, \quad (5.14)$$

bu yerda d_p – dastlabki mahsulot kiruvchi quvurning diametri, m; d_c –sliv quvurining diametri - m; H – bo‘tananing kirishdagi bosimi, Pa.

Gidrosiklonda tasniflashda zarrachaning chegara yirikligi d_{ch} , m, quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$d_{ch} = \frac{0,005 d_c \sqrt{DT_p}}{d_p \sqrt[4]{p} \sqrt{\delta - \Delta}}, \quad (5.15)$$

bu yerda d_p - pastki (qum) chiqish quvurining diametri, m; D - gidrosiklonning diametri, m; $T_p = 100 / (p + 1)$ - dastlabki mahsulotdagi qattiq zarrachalarning miqdori, %; $p = S : Q$ dastlabki mahsulotdagi suyuqlikning qattiqlikka nisbati; δ va Δ - mos holda zarracha va suvning zichligi, t/m³.

Boyitish amaliyotida gidrosiklonlar yanchilgan mahsulotni sliv va qumga ajratish, mahsulotlarni shlamsizlantirish, suvsizlantirish va quyiltirish hamda bir qancha turdagi rudalarni boyitish uchun ishlatiladi.

Nisbatan yuqori ishlab chiqarish quvvatiga ega bo‘lgan holda mayin sliv olish uchun kichik diametrli gidrosiklonlar *batareyalari* ishlatiladi. Batareyalar alohida gidrosiklonlardan yig‘ib joylashtiriladi yoki maxsus blokli tuzilishga ega bo‘ladi.

Markaziy Qizilqum fosforit rudalarini qayta ishlashda ruda tarkibidagi loyqali mahsulotlar, xlor va eruvchi tuzlar dezintegratorda yuviladi va gidrosiklonlarda shlamsizlantirish jarayoni olib boriladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, balansdan tashqari Markaziy Qizilqum fosforit rudalarini qayta ishlashda P_2O_5 ning miqdori 12,6- 14,7% bo‘lgan maydalangan mahsulotni yuvish va klassifikatsiyalash natijasida 20,4 22,3% li yuvilgan fosforli boyitma olish mumkin [9].

Gidrosiklonlar quyultirish, tasniflash va boyitish uchun ishlatiladi. Ular quyma yoki yig‘ma tuzilishga ega, ichki devori rezi-

na yoki boshqa material bilan qoplangan bo'ladi. Bu uni ishqalanish hisobiga yedirilib ketishdan saqlaydi. Gidrosiklonlar silindr va konussimon qismlardan iborat bo'lib, bo'tana kiruvchi, qum chiquvchi va suyuqlik chiqib ketuvchi quvurlari bor. Dastgoxning silindr qismiga nasoslar yordamida, bosim ostida ($P=0,05-0,4$ MPa) tangensial berilgan bo'tana katta aylanma tezlik bilan harakat qiladi. Hosil bo'lgan markazdan qochma kuch tasirida qattiq og'ir va yirik zarrachalar gidrosiklon o'qidan spiralsimon traektoriya bo'ylab devorlarga va pastga qarab harakatlanib, pastki quvur orqali gidrosiklondan chiqariladi. Suyuqlik mayda zarrachalar bilan (sliv) solishtirma og'irligi kichik bo'lganligi sababli silindrning o'rtasiga harakatlanib maxsus quvur yordamida yuqori qismidan tashqariga chiqarib yuboriladi.

Markazdan qochma kuchning qiymati, gravitatsion kuchga nisbatan o'nlab marta katta bo'lganligi sababli qattiq zarralarning saralash o'lchamini kichiklashtirishga imkon beradi.

Tezlashtiruvchi kuchlar maydonini (markazdan qochma va gravitatsion) nisbati «saralash faktori» deb yuritiladi va quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$F_c = \frac{v_t^2}{Rg} = \left(\frac{\pi Rn}{30}\right)^2 \frac{1}{Rg} \approx \frac{Rn^2}{900}; \quad (5.16)$$

bu yerda R – aylanish radiusi, m; n – aylanish tezligi, ayl/daqiq.

(5.16) tenglamadan ko'rinadiki, saralash faktori aylanish soniga va radiusiga bog'liq ekan.

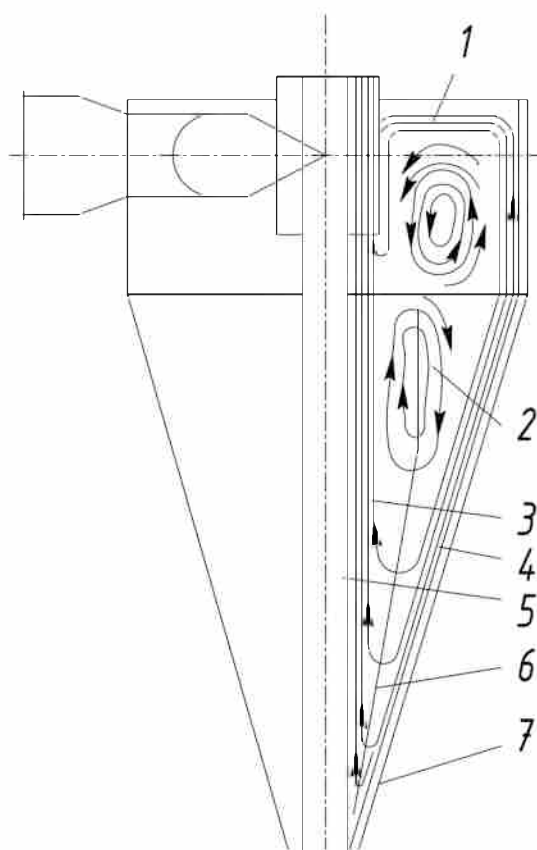
Masalan: O'lchami 300 mkm bo'lgan zarracha gravitatsion kuch bilan pastga qarab qancha tezlik bilan harakat qilsa, o'lchami 30 mkm bo'lgan zarracha $F_s=100$ maydonda radial yo'nalishda shunday tezlik bilan harakat qiladi. Sanoatda diametri 25 mm dan 2000 mm gacha bo'lgan gidrosiklonlar ishlatiladi. Eng keng

tarqalganlari 350, 500, 700 va 1000 mm ga teng diametrlı gidrosiklonlardır.

Gidrosiklonlarnı konussimon qismi har xil qiyalik ostıda bo‘ladi:

10° bo‘lsa – quyultırısh; 20° – tasnıflash; 90° – boyıtısh uchun ishlatıladı.

Tangensial yo‘naltırıvchı quvur orqalı bosım ostıda bo‘tana gidrosiklonning silındr qısmıga yuborılğanda oqım siklon devorı bo‘ylab pastga (to yırık zarrachalar to‘plangan qısmıga) qarab aylanma harakat qılıb boradı. Yo‘l yo‘lakay suyuqlık o‘z yo‘nalıshını o‘zğartırıb, gidrosiklon markazıda yuqoriga qarab harakatlanadı (mayın zarrachalar bilan) va dastgoh yuqorisıga o‘rnatılğın quvur orqalı gidrosiklondan chıqıb ketadı.



75-rasm. Gıdrosıklonda suyuqlıkning harakatlanısh sxeması
1 – qopqoq ostı oqımı; 2 – yopıq halqalı oqım; 3 – ıchkı oqım;
4 – tashqı oqım; 5 – havo ustunı; 6 – o‘q bo‘ylab oqım tezlığın nolga teng bo‘lğın yuza; 7 – tashqı oqımning qum tushadığın quvurdan chıquvchı qısmı.

Shunday qilib, gidrosiklonda ikkita bir tomonga qarab aylanuvchi oqim hosil bo'lib, tashqi oqim pastga, ichki oqim yuqoriga qarab yo'naladi, gidrosiklon markazi (o'qi) atrofida ichki oqimning qochma kuchi shu darajaga yetadiki, oqimning uzluksizlik sharti buzilib, u uziladi va sliv chiqib ketadigan quvur diametrining 0,7 ulushga teng o'lchamida havo ustini paydo bo'ladi.

Demak, gidrosiklon konus kismining ma'lum balandligida shunday joy borki, u yerda oqimning yuqoriga yo'nalgan vertikal tezligi nolga teng bo'ladi. Bundan tashqari, gidrosiklon ichida radial, ya'ni gidrosiklon devoridan markazga qarab harakatlanuvchi oqim mavjud.

Shunday qilib, gidrosiklondagi suyuqlik harakatining gidrodinamik ko'rinishi juda murakkab.

Gidrosiklondagi oqimning har bir elementar hajmi suyuqlik harakati tezligini uchta tarkibiy qismi bo'lishi mumkin:

- tangensial (aylanma) tezlik (v_t), gorizantal qirqimida elementar hajm aylanish radiusiga perependikulyar yo'nalishda;

- radial tezlik (U) gidrosiklon radiusi bo'yicha o'qqa yo'nalgan;

- vertikal tezlik (v_v) – yuqoriga yoki pastga yo'nalgan. Vertikal tezlik «+» yoki «-» ishoraga ega bo'lib, suyuqlik qaysi quyunda (ichki yoki tashqi) ekanligiga bog'liq.

Gidrosiklondagi suyuqlik oqimining tangensial tezligi aylanish radiusining kamayishi bilan ortib boradi. Bundan kelib chiqadiki, gidrosiklonning balandligi bo'yicha tangensial tezlik har xil tezlikka ega. Umuman olganda ideal suyuqlik uchun pastga yo'nalgan quyunning tangensial tezligi quyidagi tenglamaga bo'ysinadi:

$$v_t r^n = const$$

bu yerda r – aylanish radiusi, n – daraja ko'rsatkichi, (qovushqoqligi yuq suyuqlik uchun) $n = 1$, real suyuqlik uchun $n = 0,3 \div 0,9$).

Ichki quyunning tangensial tezligi (v_t) aylanish radiusining kamayishi bilan sekinlashib boradi.

Gidrosikloning radiusi bo'yicha suyuqlikning tangensial tezligining o'zgarishi ma'lum darajada d_c va d_q o'lchamlarining nisbatiga bog'liq.

Masalan d_c katta qiymatlarda aylanish radiusini kamayishi bilan v_t – sekinlashadi, d_c kichik qiymatlarida buni teskarisi bo'ladi.

Suyuqlikning vertikal tezligi gidrosiklon devorlariga va havo ustuniga yaqinlashgan sari bir tekisda oshib boradi. Gidrosiklon balandligi bo'yicha suyuqlik tezligining eng yuqori qiymati sliv chiqib ketayotgan quvur yaqinida yuzaga keladi.

Radial tezlikning qiymati nisbatan kichik bo'ladi. Masalan: Tangensial tezlik 10 – 15 m/sek, vertikal tezlik 2 – 3 m/sek bo'lsa, radial tezlik 0,2 m/sek ni tashkil etadi.

Gidrosiklonlarda qattiq zarrachalarning harakat qonuniyatlari to'liq o'rganib chiqilmagan bo'lsa ham quyidagilar aniqlangan:

- zarrachalarning saralanishi gidrosikloning butun hajmida sodir bo'ladi;

- zarrachalar markazdan qochma kuch, suyuqlikning radial va vertikal oqimlarining qarshilik kuchi tasirida bo'ladi.

Markazdan qochma kuchning ($F = mv_t^2/r$) zarrachaga ta'siri radius bo'yicha bir xil emas, gidrosiklon devorida eng kam, markazda kuchliroq.

Suyuqlikning radial oqimidan xosil bo'lgan gidrodinamik kuchlarning zarrachaga ta'siri ham radius bo'yicha o'zgaruvchan bo'lib, gidrosiklon devoriga yaqin joyda eng yuqori qiymatga ega bo'ladi va $F = \psi S \frac{u^2 \Delta}{2}$ tenglama bilan aniqlanadi. Radial oqim ta'sirida mayda (mayin) zarrachalar suyuqlik bilan birga gidrosiklon markazi tomon harakatlanib slivni (suyuqlik bilan mayin zarrachalar aralashmasi, loyqa suvni) hosil qiladi va yuqoriga qarab harakatlanadi. Qanday kattalikdagi zarracha slivga o'tishini quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$d_r = 5,6 \frac{d_s \sqrt{DK}}{d_b \sqrt[4]{H} \sqrt{\rho_q - \rho_s}} \quad (5.17)$$

bu yerda, d_r – zarrachaning chegara diametri (qum bilan sliv o'rtasida teng taqsimlanadi), mkm;

d_s , d_b – sliv chiqarib yuboriladigan va bo'tana beriladigan quvurlarning diametri, m;

D – gidrosiklon diametri, m;

K – bo'tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori, %;

H – bo'tanani gidrosiklonga kirish joyidagi bosimi, Pa;

ρ_q , ρ_s – qattiq zarracha va suyuqlikning zichliklari, kg/m³.

Amalda slivga o'tadigan zarrachalarning o'lchami d_r ga nisbatan 1,5 – 2 marta kattaroq bo'ladi.

Gidrosiklonlarda zarrachalarning tasniflanish samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillar

Mexanik tasniflagichlarga nisbatan gidrosiklonlarda tasniflash samaradorligi ancha yuqori bo'lib, 80 % ga yetadi. Gidrosiklonlarda tasniflanish samaradorligi quydigi: gidrosiklon (D), sliv chiqaruvchi (d_s) quvurlarning diametrlariga, qattiq va suyuqlikning nisbatiga ($Q:S$), bo'tanani zichligiga va bo'tanani qanday bosim ostida berilayotganiga bog'liq.

Gidrosiklonning diametri kattalashgan sari uning unumdorligi diametrining kvadrati bo'yicha mutanosib ravishda oshib boradi, ammo slivdagi zarrachani o'lchamlari yiriklashib boradi.

Bo'tana keluvchi quvurning (d_b) shakli va o'lchami: quvurning o'lchami kattalashgan sari (bir xil bosimda) mutanosib ravishda gidrosiklonning unumdorligi oshib boradi, sliv yiriklashadi. Bo'tana beriluvchi quvur uchining shakli to'g'ri turt burchak bo'lib, ba-

landligi – kengligiga nisbati 2 : 1 bo‘ladi. Amalda bo‘tana keluvchi quvurning ekvivalent diametri $d_{be} = (0,08 - 0,25)D$ qabul qilinadi.

Sliv chiqib ketuvchi quvurning o‘lchami kattalashsa gidrosiklonning unumdorligi oshadi, ammo yirik sliv olinadi. Amalda $d_c = (0,2 - 0,4)D$, sliv chiqib ketuvchi quvirning o‘lchami (d_s), bo‘tana keluvchi (d_b) quvurning o‘lchamidan 20 – 25 % kattaroq olinadi. Sliv chiqadigan quvurning uchi gidrosiklonning silindr qismini konus qismiga ulangan yerigacha tushiriladi.

Qum chiqib ketuvchi quvurning o‘lchami katta bo‘lsa, tasniflanish yuz bermaydi, hamma bo‘tana shu quvurdan chiqib ketishi mumkin. Quvurning diametri kichiklashib borgan sari qumda qattiq zarrachalarning miqdori oshib boradi, sliv yiriklashadi. Amalda $d_q = (0,5 : 0,8) d_s$ qabul qilinadi.

Qum chiqaruvchi quvur diametrining (d_q) sliv chiqaruvchi quvur diametriga (d_s) nisbati d_q/d_s «qumlik nisbati» yoki «chiqaruvchanlik nisbati» deb atalib, gidrosiklonlarni moslashda asosiy omil xisoblanadi. Bunda d_q – eng yirik zarrachaning o‘lchamidan kamida 3 marta katta bo‘lishi va sliv quvuri bo‘tana quvuridan kichik bo‘lmasligi lozim.

Tasniflashning eng yuqori samaradorligi $d_q/d_s = 0,3 - 0,5$ qiymatiga to‘g‘ri keladi.

Konuslik burchagi α amalda 20° olinadi. Mayin sliv olish uchun konuslik burchagi $\alpha = 5 - 10^\circ$ bo‘ladi. Ammo ishqalanish kuchi yuqori bo‘lganligi sababli $\alpha = 20$ dan yuqori bo‘lishi kerak.

Bo‘tanani kirishdagi bosimi. Saralash natijalari qoniqarli bo‘lishi uchun bo‘tananing bosimi o‘zgarmas va yuqori bo‘lishi kerak. Gidrosiklonga kirayotgan bo‘tananing bosimi $(10 - 30) 10^4$ Pa bo‘ladi.

Mayin sliv olish uchun bo‘tananing kirishdagi bosimi yuqori $(20 - 30) 10^4$ Pa, yirik sliv olish uchun esa past bo‘lishi zarur.

Bo‘tananing zichligi. Mayin sliv olish uchun suyuqroq bo‘tana, yirik sliv olish uchun esa quyukroq bo‘tana ishlatiladi.

Bo'tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori (T) 10 % dan 50 % gacha bo'lishi mumkin.

Gidrosiklonlarni tanlash va hisoblash

Texnologik hisoblar gidrosiklonni unumdorligini aniqlash, berilgan unumdorligi bo'yicha esa uni o'lchamlarini va sonini hamda mahsulotning yirikligini aniqlashdan iborat.

Agarda, ishlayotgan gidrosiklonni hajmiy unumdorligini aniqlash talab etilsa, buning uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$Q = 5 K_D K_\alpha d_b d_s \sqrt{g\sqrt{H}}; \text{l/min} \quad (5.18)$$

bu yerda,

d_b, d_s – butana keluvchi va slivni chiqaruvchi quvurlarni diametrlari, sm;

N – bo'tana kirishidagi bosim, kgs/sm²;

g – erkin tushish tezlanishi, 9,81m/sek;

K_D va K_α – gidrosiklon diametrini va konuslik burchagini hisobga oluvchi empirik koeffitsientlar;

$$K_D = 0,8 + \frac{1,2}{1 + 0,1D}; \alpha = 20^\circ \text{ bo'lsa } K_\alpha = 1.$$

Gidrosiklonlarni bir maromda ishlashini taminlash va gidrosiklonga kelayotgan bo'tananig bosimini hamda zichligini bir meyorda ushlab turish uchun qumni chiqarish tezligini nazorat qilishdan zarur.

Gidrosiklonlarni ishlatish davridagi (ekspluatatsion) xarajatlari uncha katta emas. Bunga bo'tanani haydovchi nasoslar uchun elektr energiyasi va gidrosiklonlarni yediriladigan qismlarini almashtirishga ketadigan xarajatlar kiradi. Elektr energiyasining solishtirma sarfi 1m³ bo'tana uchun 0,15 kVt/soatni tashkil etadi.

Gidrosiklonlarni kamchiliklari quyidagilar:

a) elektr energiyasi spiralli tasniflagichlarga nisbatan ko'proq sarflanadi;

- b) qismlari tez yediriladi;
- d) bo'tana kirayotgan va qum chikayotgan teshiklarining tez-tez tiqilib qolish ehtimoli bor.

5.5-§. Gravitatsion gidravlik tasniflagich

Gravitatsion gidravlik tasniflagich – tasniflash uskunasini bo'lib, unda dastlabki mahsulot silindrsimon, konussimon yoki piramidal ko'rinishdagi idishda tindirish usuli yordamida sinflarga bo'linadi.

Gidravlik kamerali tasniflagich mahsulotlarni gravitatsiya usulida boyitishdan avval (masalan, boyitish stollaridan) tayyorlovchi tasniflash uchun keng qo'llaniladi. Tasniflagichlar to'rtta, oltita yoki sakkiz kameradan iborat bo'lib, ularning har biri turli xildagi oqim tezligini ushlab turadi, bu esa bir nechta teng tushuvchan sinfdagi mahsulot olishga erishish imkonini beradi.

Gidravlik kamerali tasniflagich (76-rasm) to'rtta kamera 1, dastlabki mahsulotni berish nuqtasidan sliv ostonasi tomon o'lchami kattalashib boruvchi spigotdan iborat. Har bir kameraning pastki qismi kesilgan konus 9 ga o'tuvchi silindrsimon zona 8, tasniflash quvuri 10, suv o'tkazish tarmog'iga ulangan suv bosimi quvuri 11, sharikli klapan 13 bilan davriy ochib turiladigan cho'kkan mahsulotni tirqish orqali bo'shatiladigan qabul qiluvchi idish 12 dan iborat.

Sharikli klapan ichi bo'sh val 6 ichi orqali o'tuvchi sterjen 14 ga mahkamlangan. Yurituvchi val 3 yuritgich 4 orqali harakatlantirilganda har bir qursimon reduktor 2 da joylashga mushtli mexanizm yordamida sterjen klapan bilan davriy ko'tariladi va bo'shatuvchi teshikni ochadi. Kameraning bo'shatish teshigini ochish davri turlicha bo'lib, odatda u katta sinf kameralarida tezroq va mayda sinf kameralari uchun kamroq ochiladi.

Vertikal ichi bo'sh val 6 ning pastki uchida mahsulotni kamerada cho'kib qolishini bartaraf qiluvchi va mahsulotni aralashtirib

turuvchi aralashtirgich 7 mahkamlangan. Aralashtirgich va vertikal val harakatni gorizonta val 3 dan oladi. Vertikal valning aylanish chastotasi $1,2 \text{ min}^{-1}$.

Tasniflagichning har bir kamerasidagi yuqoriga harakatlanuvchi oqim tezligi bosim ostida beriladigan suv oqimini o'zgartirish orqali tartibga solinadi. Tartibga solish suv ta'minoti tarmog'i quvuri bilan suv bosimi quvuri 11 ulangan joyda o'rnatilgan raqamli ko'rsatgichli ventil yordamida amalga oshiriladi [2].

Suv yuboriluvchi quvurdan tangensial holatda yuboriladi. Natijada yuqoriga harakatlanuvchi aylanma oqim hosil bo'ladi va u cho'kkan mahsulot orasidagi mayin zarralarni o'zi bilan yuqoriga olib ketadi. Shuning evaziga cho'kkan zarrachalarning mayin zarrachalardan tozalanish darajasi ortadi.

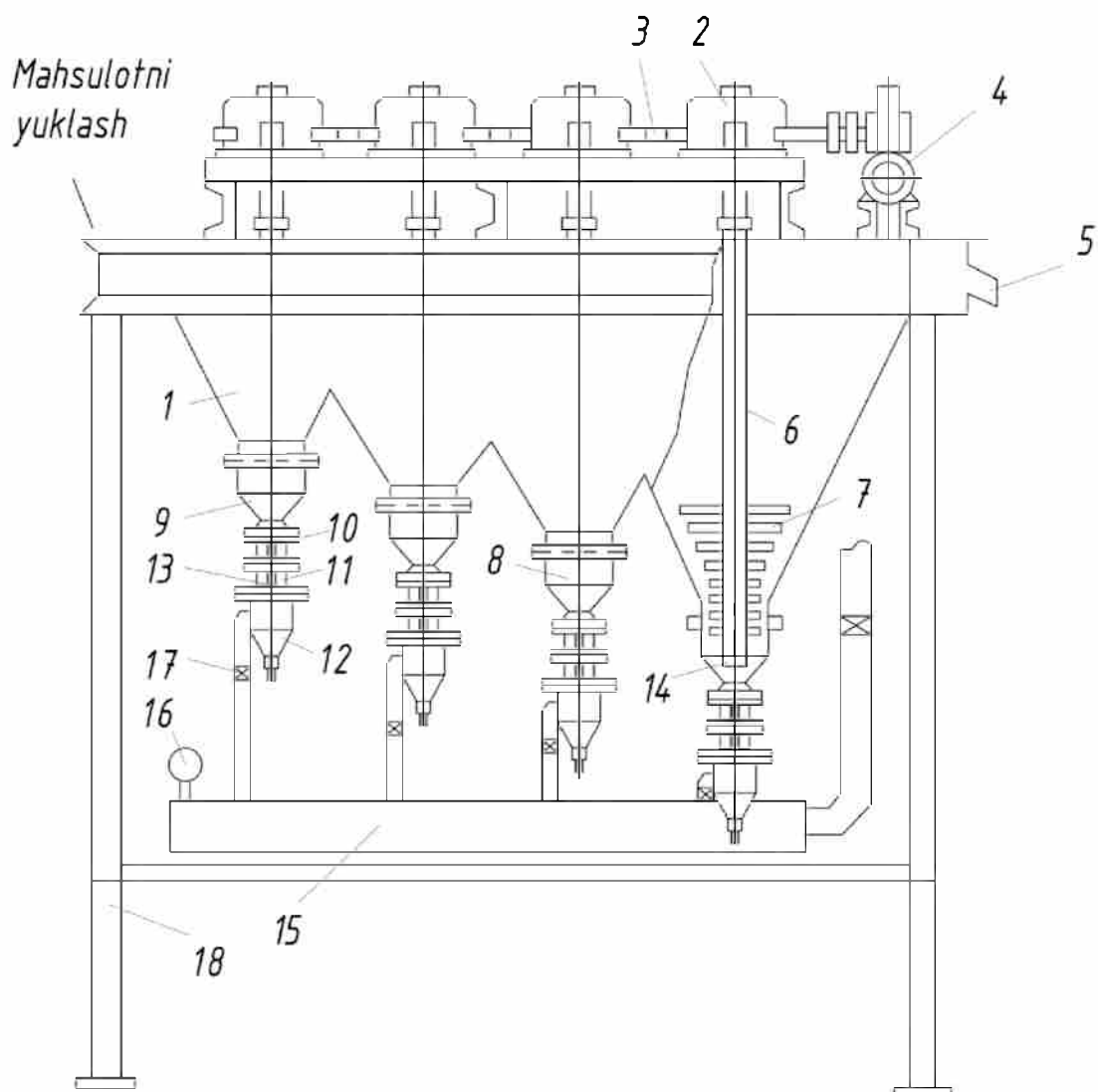
Dastlabki bo'tana tasniflagich vannasining tor oxiriga yuborilishi natijasida gorizonta oqim paydo bo'lib, u vannaning enli tomonidagi sliv yoqasidan chiqib ketadi.

Mahsulotning yirikligi bo'yicha tasniflanishi vannaning yuqori qismida gorizonta oqimda sodir bo'lib, oqimning tezligi vanna kengligi yuklovchi qismdan bo'shatuvchi qism tomon oshib borishi bilan kamayadi. Gorizonta oqim tezligining pasayishiga qarab, cho'kadigan zarrachalarning o'lchami pasayadi. Cho'kuvchi mahsulot piramidasimon kameraga tushadi va u yerda aylanuvchi aralashtirgich yordamida to'xtovsiz aralashtirilib turiladi hamda qo'shimcha beriladigan suv hosil qiladigan yuqoriga harakatlanuvchi oqim ta'siriga uchraydi. Har bir bo'lmadagi yuvilgan qum fraksiyasi konussimon qism orqali bir tekis tushirib olinadi, mayin zarralar esa sliv bilan oqib chiqib ketadi.

Balandligi 2 m va suv yuzasi maydoni 3 m^2 bo'lgan to'rt bo'linmali tasniflagichning ish unumdorligi 25 t/soatni tashkil qiladi.

Gidravlik kamerali tasniflagichlarning birqancha turi sanoat miqyosida ishlab chiqariladi: KG-4, KG -6, KG-8. Ularning mos holda 4, 6, 8 kameralari bor. Kameralarning kengligi (rejada)

mahsulotni yuklash qismidan sliv chegarasi tomon kengayib boradi.



76-rasm. Hidravlik kamerali tasniflagich.

1 – kamera; 2 – reduktor; 3 – yuritgich val; 4 – yuritgich; 5 – sliv ostonasi; 6 – val; 7 – aralashtirgich; 8 – silindrsimon zona; 9 – kesik konus; 10 – tasniflash quvuri; 11 – suv bosimi quvuri; 12 – qabul qiluvchi kamera; 13 – sharikli klapan; 14 – sterjen; 15 – suv kollektori; 16 – monometr; 17 – kran; 18 – tayanch.

Yuqoriga harakatlanuvchi oqim tezligini o'zgartirib, har bir kameradan chiqarilgan mahsulotning yirikligini tartibga solish

mumkin. Cho'kkan mahsulotni qabul qiluvchi kamera 12 dan chiqarib tashlash doimiy ravishda amalga oshiriladi.

Tasniflagich kamerasing uzunligi tasniflagichning o'lchamiga bog'liq holda 3,7 m dan 7,4 m gacha, balandligi - 2,8 m dan 4,2 m gacha bo'lishi mumkin. O'lchami 2 mm dan kichik mahsulot uchun unumdorligi 15 dan 25 t/soat, suvning sarfi 30÷160 l/min.

Gidravlik kamerali tasniflagichlarning afzalligi – tasniflash jarayonini sozlash (tartibga solish) ning mumkinligi, cho'kkan mahsulotni avtomatik ravishda sharikli klavin yordamida bo'shatib turilishidan iborat.

III BO'LIM

BOYITISH JARAYONLARI

VI BOB

GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH

6.1-§. Gravitatsiya usulida boyitish haqida umumiy tushunchalar

Gravitatsiyali boyitish – bu ajraladigan komponentlar zichliklari farqiga asoslangan boyitish usulidir. Gravitatsiyali boyitish uchun dastlabki xomashyo zichligi bo'yicha farqlanadigan qattiq zarralarning mexanik aralashmasi hisoblanadi [1].

Gravitatsiyali boyitish jarayonlari – zichligi, o'lchami va shakli bilan farq qiladigan mineral zarralarning ajralishi og'irlik kuchi va ajralish muhitining qarshilik kuchi ta'siri ostida muhitda ularning harakati xususiyati va tezligidagi tafovut bilan yuzaga kelgan. Ajralish muhiti sifatida suvdan, havodan, og'ir suspenziya va suyuqlikdan foydalaniladi.

Gravitatsiya jarayonlari murakkab ko'p komponentli va ko'p fazali muallaq zarralarda amalga oshiriladi. Donalarning qatlamlanishiga quyidagi ajralish belgilarining bittasi bilan erishiladi: ajralish muhitining reologik o'lchamlari; suyuqlikning pulslanuvchi oqimida zarralar harakatlanishi tezligi; qiya tekislikda suvning yupqa qatlamida zarralar harakatlanishi tezligi va b.

Barcha gravitatsiya jarayonlari umuman ajralib turadigan ikkita toifaga bo'linadi: gidrostatik va gidrodinamik.

Amalga oshirilish usuli bo'yicha gravitatsiya jarayonlari quyidagi tarzda tasniflanadi: bo'tana hajmida amalga oshiriladigan (og'ir muallaq zarralarda boyitish, cho'ktirish, gidravlik tasnif, quyiltirish), qalinligi kam muallaq zarralar eltuvchi oqimda (konsentratsiya stollarida, shlyuzlarda, novlarda va konusli separatorlarda

boyitish), markazdan qochirma maydonda (vintli separatorlarda va markazdan qochirma konsentratorlarda boyitish), pnevmatik boyitish jarayonlari (pnevmatik separatorlarda va pnevmatik cho'ktirish mashinalarida boyitish).

Magnitogidrodinamik (MGD) va magnitogidrostatik (MGS) separatsiyalar aralash jarayonlar hisoblanadi. MGS jarayonida ajralish muhiti og'irlashishini paramagnit tuzlar eritmalariga ($MnCl_2$, $CaCl_2$) ta'sir qiladigan bir xil (bir jinsli) bo'lmagan magnit maydoni keltirib chiqaradi. MGD jarayonda ajralish muhiti og'irlashishiga (elektrolitga) magnit maydoniga joylashtirilgan elektrolit orqali tok o'tkazishda yuzaga keladigan kuchlar hisobiga erishiladi. Og'ir muallaq zarralardagi boyitish bilan taqqoslaganda, ushbu jarayonlardagi ajralish ta'sirchanligi keskin oshadi, chunki elektrolit qovushqoqligi og'ir suspenziya qovushqoqligidan past.

Gravitatsiya usulida boyitish jarayonlari yirikligining yuqori chegarasi 500 mm va pastki chegarasi 0,015 mm gacha bo'lgan qattiq foydali qazilmalarning barcha turlarini qayta ishlash amaliyotida keng tarqalgan [1].

Gravitatsiyali boyitishda zarralarning ajralishi, odatda, qattiqlarning yetarlicha ko'p miqdorli harakatlanuvchi muhitda sodir bo'ladi.

Boyitiladigan material zarralarini (donalarini) ko'chirish quyidagilar ta'siri ostida ro'y beradi:

og'irlik kuchi (zarra og'irligi)

$$F_3 = \pi d^2 p_3 g / 6 \quad (6.1)$$

ko'tarish kuchi (Arximed kuchi)

$$F_A = \pi d^3 p_c g / 6 \quad (6.2)$$

muhitning gidrodinamik qarshilik kuchlari:

laminar harakatlanishda (qovushqoqli qarshilik)

$$F_{G(L)} = 3\pi\mu\bar{v}d \quad (6.3)$$

girdobli (turbulent) harakatlanishda (yon tomondan (shaklli) qarshilik)

$$F_{G(L)} = \psi (\bar{v})d^3 p_c \quad (6.4)$$

girdobli (turbulent) bosim kuchlari

$$F_T = \psi L^3 p_3 [\nu_{(t)} - \bar{v}_c]^2 \quad (6.5)$$

diffuziyali massa ko'chirish kuchlari

$$F_g = Kh_{\max} (\nu_{c.\max} - \nu_{c.\min})^2 dp_s \quad (6.6)$$

bunda, d – boyitiladigan material zarrasi diametri;

ρ_3, ρ_s – zarra va muhit (muallaq zarralar) zichligi; kg/m^3 ;

g – erkin tushish tezlanishi, kg/m^2 ;

μ – muhitning dinamik qovushqoqligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$;

\bar{v} – zarra harakatining o'rtalashtirilgan tezligi, m/s ;

ψ – Re kriteriya funksiyasi hisoblanadigan o'lchovsiz koeffitsiyent;

$\nu(t)$ – zarra harakatining oniy tezligi, m/s ;

$\bar{v}_c, \bar{v}_{c.\max}, \bar{v}_{c.\min}$ – mos ravishda o'rtalashtirilgan, eng yuqori va eng kam muallaq zarralar oqimi tezligi, m/s ;

L – girdobning o'ziga xos o'lchami ($L=d_{\max}$);

K – girdobli qovushqoqlik tenglamasidagi koeffitsient ($K=1$);

h_{\max} – ko'chmas girdobning eng yuqori o'lchami, m .

Tinch bo'lgan yoki tezlanishsiz bir tekis harakatlanadigan muhitdagi zarralarni ko'chirishda, ya'ni, h_{\max} inersiya kuchi bo'lmaganda, bir tomondan og'irlik kuchi va ko'tarish kuchi, boshqa tomondan muhitning gidrodinamik qarshilik kuchi tafovuti yuz beradi. Bu holatda yuqorida keltirilgan tenglamalardan zarraning erkin tushishi oxirgi tezligining ma'lum bo'lgan formulalari olinadi:

laminar tartib uchun

$$v = p_3 \bar{v} = (p_3 - p_c) d^2 g / (18 \mu) \quad (6.7)$$

girdobli (turbulent) tartib uchun

$$\bar{v} = \sqrt{\pi d (p_3 - p_c) g / (6 \psi p_s)} \quad (6.8)$$

Har qanday gravitatsiyali mashinada suyuqlikdagi mineral zarralarning muallaq zarralarini, taxminan, beqaror muvozanatdagi og'irlik kuchi maydonida joylashgan jismlarning mexanik tizimi sifatida qabul qilish mumkin. Bunday tizim potensial energiyaga ega, uning kattaligi (miqdori) turli zichlikdagi zarralar bir tekis taqsimlanishi sharoitida muallaq zarralar balandligi bo'yicha quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$E = 0,5 s \sigma g H_0^2 \quad (6.9)$$

bunda, s - ajralish sodir bo'ladigan kameraning gorizontol kesimi maydoni; $\sigma = (1-m) (\rho_t - \rho_j)$ - muallaq zarralarning nisbiy zichligi; m - muallaq zarralarni yumshatish koeffitsienti (muallaq zarralardagi suyuqlikning hajmiy miqdori); ρ_t, ρ_j - mos ravishda qattiq zarralar (o'rtacha o'lchangan) va suyuqlik zichligi; H_0 - muallaq zarralar balandligi.

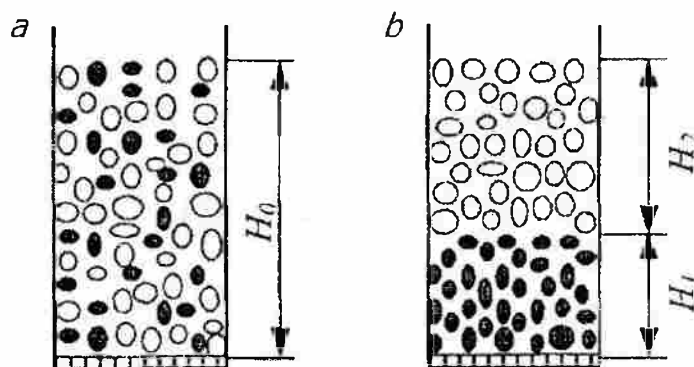
Muallaq zarralar, Drixle qoidasiga muvofiq, potensial energiyaning erishiladigan barqaror muvozanat holatini egallashga intiladi. Qatlamlarda muallaq zarralar ajralishi bu sharoitga javob beradi, qaysiki past qatlamlarda ko‘pincha zichligi yuqori zarralar, yuqorilarida esa zichligi kam zarralar to‘planadi.

To‘liq ajralish natijasida ikkita zichlanish zarralarining muallaq zarralari potensial energiyasi o‘zgarishi quyidagicha bo‘ladi (77-rasm).

$$\Delta E = \left[0,5\sigma H_0^2 - 0,5\sigma_1 H_1^2 - \sigma_2 (H_1 + 0,5H_2) H_2 \right] g s \quad (6.10)$$

bunda, σ , σ_1 va σ_2 - mos ravishda barcha muallaq zarralarning ajralishgacha va uning qismlarining ajralishdan so‘nggi nisbiy zichligi.

Zarralarning ajralishida tizim energiyasi kamayadi ($\Delta E > 0$). Unda ajralishgacha va ajralishdan so‘ng aralashma zarralari hajmi va massasining doimiyligida (6.10) tenglikdan gravitatsiya maydonidagi ikkita zichlanish zarralari muallaq zarralari ajralishining quyidagi sharoiti hosil bo‘ladi:



77-rasm. Aralashmaning ajralishgacha (a) va ajralishdan so‘nggi (b) og‘ir va yengil zarralari taqsimlanishi:
 H_0 - ajralishgacha qatlam balandligi; H_1 va H_2 - mos ravishda og‘ir va yengil zarralar qatlami balandligi

$$\sigma_1 > K\sigma_2 \quad (6.11)$$

bunda

$$K = (2H_1 + H_2 - H_0)H_2 / (H_0 - H_1)H_1 \quad (6.12)$$

Agar ajralishda muallaq zarralarning umumiy balandligi o'zgarmasa

($H_0 = H_1 + H_2$), unda $K=1$ va (6.11) tengsizlik quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\sigma_1 > \sigma_2. \quad (6.13)$$

Shunday qilib, zichlik farqi (doimiy o'lchamlarda) yoki zarralar o'lchamlari (doimiy zichliklarda) oshishi bilan ularning ajralishi yaxshilanishi lozim, bu boyitish amaliyoti bilan tasdiqlanadi.

Keltirilgan o'zaro nisbatlar gravitatsiya maydonida zarralar ajralishining energetik nazariyasiga kiradi. Ular faqat ajralishning umumiy qoidalarini belgilaydi va gravitatsiya uskunalarida zarralar ajralishining aniq mexanizmini ko'rib chiqadi.

Suyuqlikning vertikal oqimida zarralarning (bo'tana hajmida) ajralishi

Suyuqlikning vertikal ko'tariluvchi oqimida o'lchangan, har biri bir xil o'lchamdagi va zichlikdagi zarralardan tuzilgan qatlamlar o'zaro nisbatlardan aniqlanadigan, ularning zichligini kamaytirish bo'yicha pastdan yuqoriga joylashadi [2].

$$\rho_n = \rho_j m + \rho_T (1 - m) \quad (6.14)$$

Agar ikki komponentli muallaq zarraning umumiy balandligi ikkita qatlamga ajralishi natijasida o'zgarsa, unda (6.13) tengsizlikka muvofiq, ajralish sharoiti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$m_1 > m_2 + (1 - m_2)(\rho_{T_1} - \rho_{T_2}) / (\rho_{T_1} - \rho_{T_2}) \quad (6.15)$$

bunda, m_1, m_2 - turli qatlamlar yumshatilishi koeffitsientlari.

Muallaq zarralarning tushishi siqilgan tushish qonunlariga bo'ysunganligi uchun, qatlamlarning har biri uchun quyidagi tenglik mosdir

$$v_{CT} = v_{CB_1} m_1^{n_1} = v_{CB_2} m_2^{n_2} \quad (6.16)$$

bunda, v_{CB_1}, v_{CB_2} - zarralar erkin tushishi tezligi; n_1, n_2 - Reynold soniga bog'liq bo'lgan daraja ko'rsatkichlari, quyidagi formulalar bo'yicha keltirilgan o'zaro nisbatlarni hisobga olgan holda hisoblanadi:

$$d_2/d_1 = (m_1/m_2)^{4,78} (\rho_{T_1} - \rho_j) \cdot (\rho_{T_2} - \rho_j) \quad (6.17)$$

mayda zarralar uchun

$$d_2/d_1 = (m_1/m_2)^{2,33} \sqrt{(\rho_{T_1} - \rho_j) \cdot (\rho_{T_2} - \rho_j)} \quad (6.18)$$

bunda, d_1, d_2 - ajraladigan zarralar diametrlari.

Ajratiladigan zarralar diametrlari nisbati ular zichliklari farqi oshishi va m_2 yumshatish koeffitsienti kamayishi bilan oshib boradi. U yirik zarralar ajralishida, mayda zarralarning ajralishiga qaraganda ancha ko'p. Shunga ko'ra, gravitatsiya jarayonlari bilan mayda zarralarni boyitishda tasniflash shkalasi yiriklarni boyitishga qaraganda ancha torroq bo'lishi lozim.

Muallaq zarralarda ushbu zarralarning ajralishi sodir bo'lmaydigan vertikal oqim tezligi kritik v_{kr} tezlik deyiladi. $v < v_{kr}$ bo'lganda, og'ir mayda zarralar pastga tushadi, $v > v_{kr}$ bo'lganda esa yiriklardan yuqori bo'ladi. Kritik tezlik ajraladigan zarralar

diametriga va zichligiga bog'liq va (6.16) tenglikdan hamda $\sigma_1 = \sigma_2$ sharoitdan aniqlanadi.

(6.16) tenglikda darajalar ko'rsatkichlari n doimiy hisoblangan yirik yoki yetarlicha mayda zarralar uchun kritik tezlik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$v_{kr} = v_{CB_1} v_{CB_2} \left[\frac{\rho_{T_1} - \rho_{T_2}}{(\rho_{T_1} - \rho_j) \cdot \sqrt[n]{v_{CB_2}} - (\rho_{T_2} - \rho_j) \cdot \sqrt[n]{v_{CB_1}}} \right]^n \quad (6.19)$$

Suyuqlikning vertikal oqimidagi qatlamlarda zarralarning ajralishi zarralar o'rtasida turli o'lcham va zichlikda bo'lgan zarralarga ta'sir etadigan kuchlarning muvozanatsizligi tufayli sodir bo'ladi.

Bo'tana hajmida vertikal oqimlardagi ajralish og'ir muhitli separatorlarda va cho'ktirish mashinalarda amalga oshiriladi.

6.2-§. Fraksion tahlil

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

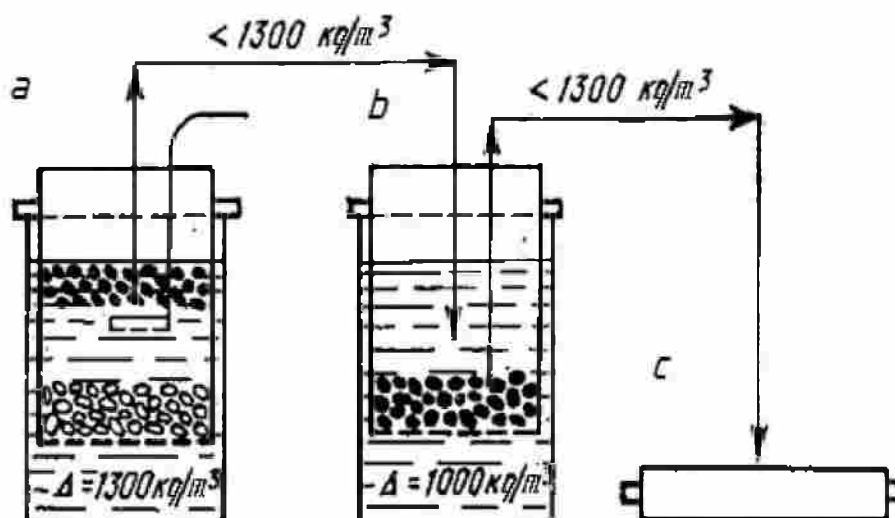
Boyitishga moyillik tavsifi deb foydali qazilmalardagi har xil zichlikka ega bo'lgan zarrachalar guruhini sifat va miqdoriy nisbatiga aytiladi [10].

Fraksion tahlil har xil kattalikdagi zarrachalar bilan olib borilishi mumkin.

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

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

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



78-rasm. Fraksion tahlil qilish sxemasi:

a-zichligi 1300 kg/m^3 bo'lgan og'ir suyuqlik uchun idish; b - suvli idish;

c – zichligi 1300 kg/m^3 dan kichik bo'lgan mahsulot uchun idish

Eng katta zarracha

o'lchami, mm 100 50 25 13 6,3 1 0,5

Namuna miqdori, kg 100 50 25 13 6,3 1 0,5

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

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

Fraksion tahlil quyidagicha amalga oshiriladi: og'ir suyuqlik to'ldirilgan idishlarga navbatma-navbat 10 kg gacha namuna solingan tagi teshik ($\varnothing 0,5 \text{ mm}$) bochkaga tushiriladi va yuqorida suzib yurgan zarrachalar guruhi cho'mich bilan suzib olinadi (78-rasm).

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

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

$$E = \frac{\gamma(\beta - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)} \cdot 100\%, \quad (6.20)$$

bu yerda, E – boyitish samaradorligi, %; γ – boyitmaning chiqishi, %; β - kerakli komponentning boyitmadagi miqdori (koncentratsiyasi), %; α – kerakli komponentning dastlabki mahsulotdagi miqdori, %.

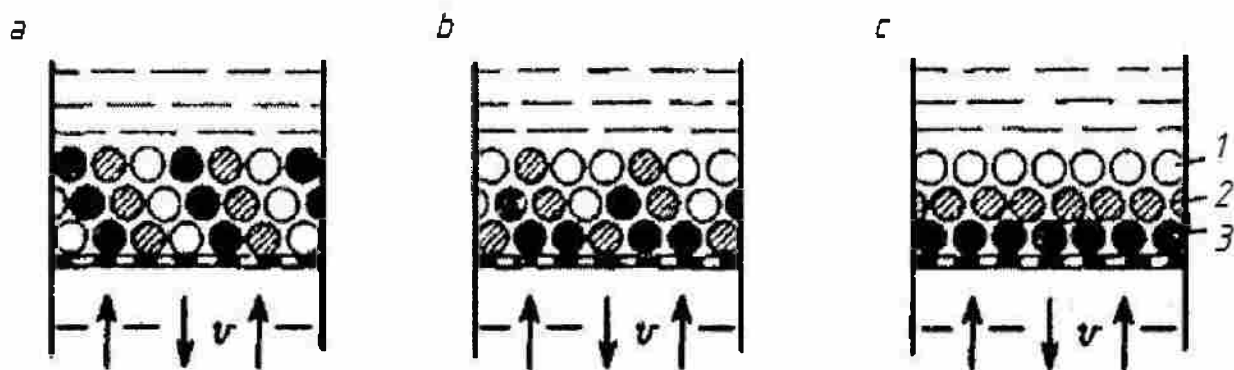
6.3-§. Cho'ktirish usulida boyitish asoslari

Cho'ktirish – suv yoki havoning vertikal pulslanuvchi oqimida gravitatsiyali boyitish.

Cho'ktirish jarayonining mohiyati ajraladigan aralashmaga nisbatan vertikal yo'nalishda o'zgaradigan (pulslanadigan) suvli yoki havoli muhitda zichligi bo'yicha zarralar aralashmasi ajralishidan iborat [1, 2].

Turli zichlikdagi mineral zarralar aralashmasidan iborat bo'lgan dastlabki mahsulot (79-rasm) g'alvirga beriladi, uning teshiklari orqali yo'nalishi bo'yicha o'zgaruvchan va tezligi ko'tariluvchi hamda pasayuvchi suv oqimi o'tadi.

Ko'tariluvchi oqimning nolli tezligidagi boshlang'ich holatda mineral zarralari jiplashgan holatda joylashgan bo'ladi. Zarralarning berilgan zichligi va yirikligining siqilgan tushishidan katta bo'lgan v tezlik bilan harakatlanadigan ko'tariluvchi oqim harakati davrida material o'lchanadi va turli zarralar tushishi tezliklariga muvofiq zichlik qatlamlari bo'yicha uning qaytadan guruhlanishi sodir bo'ladi.



79-rasm. Suvning pulslanuvchi oqimida turli zichlikdagi mineral aralashmasi qatlamlanib ajralishi sxemasi:
a, b va *c* – tizimning boshlang'ich, oraliq, oxirgi holati; 1– yengil zarralar;
 2 va 3 – oraliq zichliklar va og'ir zarralar

Pasayuvchi oqim harakati davrida o'xshash jarayon sodir bo'ladi, lekin material pasayadi va zichlanadi. Ma'lum vaqt davomida, suvli oqim o'zgarishlari chastotasi va amplitudasiga bog'liq holda, zarralarning zichlik qatlamlari bo'ylab to'liq ajralishi sodir bo'ladi; eng zichlari pastki qatlamda (mashina g'alvirida) to'planadi, eng yengillari yuqori qatlamda to'planadi.

Haqiqiy jarayonlarda cho'ktirish jarayonida zarralarning qatlamlarga ajralishi zichligi va yirikligi bo'yicha sodir bo'ladi. Bunda mineral zarralar harakati qonunlari juda murakkab va bir xil nazariy asosga ega emas. Cho'ktirish jarayonida qatlam yumshashi uncha yuqori bo'lmasligi bois, zarralarning ajralishi muallaq qatlamda ajralish qonuniyatlari bo'yicha hamda segregatsiya qonuniyatlari bo'yicha sodir bo'lishi mumkin. Hozirgi vaqtda cho'ktirish jarayonidagi zarralarning qatlamlanib ajralishi hodisalarini o'rganishda ikkita asosiy model ma'lumdir: deterministik va statistik.

Deterministik modelning ilmiy qoidalari cho'ktirish mashinasi to'shamasidagi yengil va og'ir mineral zarralar harakati tezliklaridagi tafovutga asoslangan. Og'ir zarralar o'z harakatida yengillarni

quvib o'tadi va cho'ktirish mashinasi g'alviriga tezroq yetishadi. Og'ir zarralar g'alvir yuzasidagi pastki qatlamda to'planadi. Tezlik harakatida orqada qolgan yengil zarralar to'shamaning yuqori qatlamiga o'rnashadi. Bu faraz bilan o'lchami bo'yicha kam farq qiladigan zarralarning mashina to'shagidagi holatini izohlash mumkin. Haqiqiy sharoitlarda cho'ktirish, zarralarning ommaviy harakatida ularning mexanik tarzdagi o'zaro ta'siri hisobga olinmasdan, keng tasniflangan aralashmalarga duch qilinadi.

Statistik modelning ilmiy qoidalari cho'ktirishda zarralar ajralishining energetik, suspenziyali va ehtimolli-statistik farazlariga asoslanadi.

Energetik faraz cho'ktirish jarayoniga tizim potensial energiyasi minimumiga intilish qoidasini qo'llashdan iborat.

Suspenziyali farazda cho'ktirish mashinasidagi to'shama og'ir zarralar cho'kadigan, yengil zarralar qalqib chiqadigan suspenziya kabi ko'rib chiqiladi.

Ehtimolli-statistik faraz cho'ktirishni stoxastik jarayon kabi ko'rib chiqadi.

Cho'ktirishni ommaviy jarayon kabi ko'rib chiqib va massa harakati qonunini qo'llab, jarayonning kinetikasi (ajralish tezligi) tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$dP_T / dt = -kPT \quad (6.21)$$

bunda, P_t - vaqtning berilgan paytida t cho'ktirish mashinasi to'shamasida tor oddiy fraksiya miqdori; k - qatlamlarga ajralish jarayoni tezligining konstantasi.

Tenglamani yechish quyidagi ifodani beradi:

$$P_v = P_i [1 - \exp(-kt)], \quad (6.22)$$

bunda, P_v – o‘z qatlamida ajralib turadigan tor oddiy fraksiya miqdori; P_i – boshlang‘ich mahsulotdagi shu fraksiya miqdori.

Bu tenglama cho‘ktirish kinetikasini, ya‘ni, fraksiya siljishi jarayonining ajralish tegishli mahsulotlariga tezligini tavsiflaydi.

6.4-§. Cho‘ktirish mashinalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari

Cho‘ktirish mashinasi – gravitatsiyali boyitish mashinasi, unda boshlang‘ich material cho‘ktirish panjarasida suyuqlik yoki havoning vertikal o‘zgarishlari ta‘siri ostida ajraladi [2].

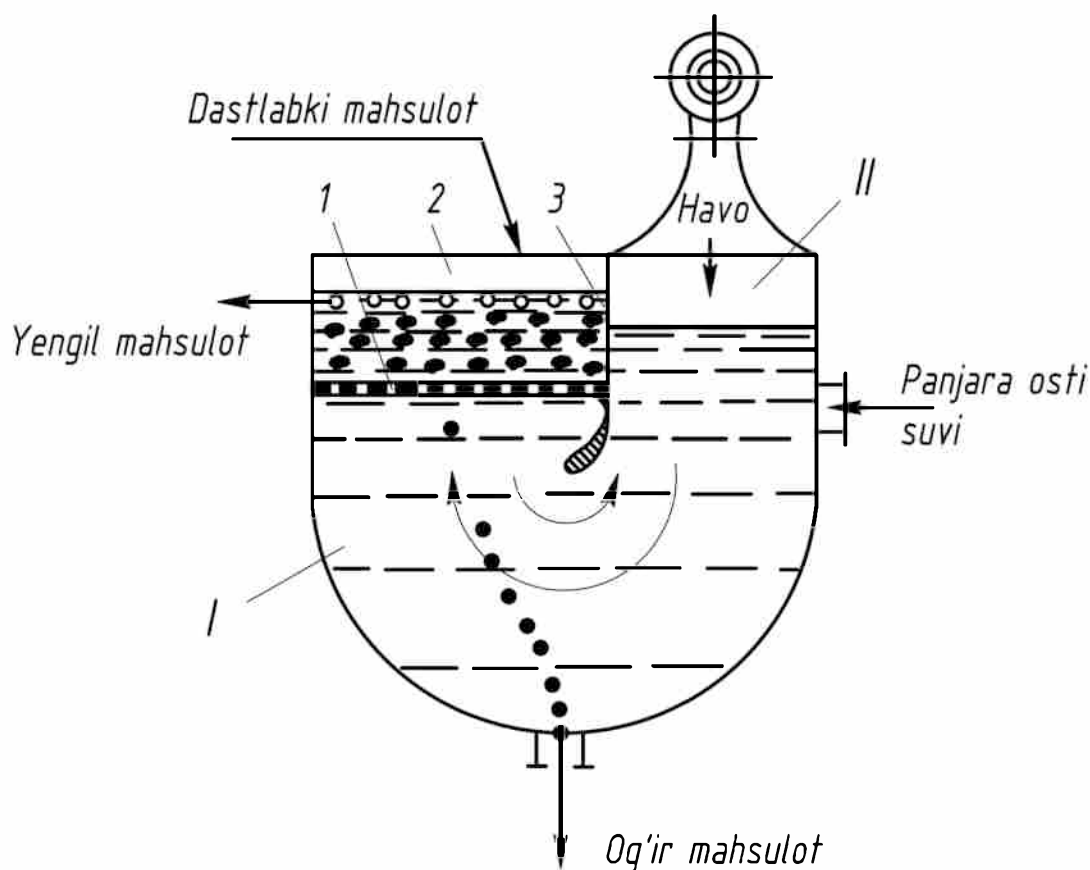
Cho‘ktirish mashinasi (80-rasm) ikkita o‘zaro aloqada bo‘ladigan – konsentratsiya bo‘limidan I va pulslanish bo‘limidan II tuzilgan. Konsentratsiya bo‘limida minerallar ajraladigan cho‘ktirish panjarasi 1 mahkamlangan. Pulslanish bo‘limidagi mashina kamerasida to‘ldirilgan suvning qaytma-ilgarilanma harakatini bildiruvchi qurilma mavjud. Boyitiladigan foydali qazilmalar suv bilan birga g‘alvirga tushadi, u mashina bo‘ylab to‘shama deb ataluvchi qatlamli bir tekis taqsimlanib, tashiladi.

Materialning panjarada joylashgan butun massasi, hosilalar va jinslar to‘shama 3 deyiladi.

Panjaradagi teshik orqali yuritmadan tezligi bo‘yicha o‘zgaruvchan va yo‘nalishi bo‘yicha ko‘tariluvchi-pasayuvchi suv oqimi hosil bo‘ladi. Ko‘tariluvchi-pasayuvchi oqimlarning ko‘p martali ta‘siri natijasida to‘shama qavatlariga ajraladi: yengil minerallar ko‘tariluvchi oqim bilan yuqori qatlamlarga chiqadi, og‘ir minerallar esa, og‘irlik kuchi ta‘siri ostida muhit qarshiligini yengib, to‘shamaning pastki qatlamiga to‘planadi. Tashish suvining bo‘ylama oqimlari hisobiga to‘shama mashina bo‘ylab panjaraning boyitish mahsulotlarini qatlamlab tushirish sodir bo‘layotgan tushirish oxiriga 2 siljiydi.

Mayda og‘ir zarralar g‘alvir orqali mashina kamerasiga yuklanadi, eng yiriklari g‘alvir bo‘ylab siljiydi va g‘alvir oxiridagi

tirqish orqali tushiriladi, yengil zarralar esa quyish bilan birga chiqarib yuboriladi.



80-rasm. Cho'ktirish mashinasining umumiy sxemasi

Cho'ktirish mashinalarida 0,25 dan 50 mm gacha yiriklikdagi rudani va 0,5 dan 13 mm gacha yiriklikdagi ko'mirni boyitish mumkin. Boyitish samaradorligini oshirish uchun ruda yirikligi bo'yicha sinflarda elashga yuboriladi va har bir sinf alohida cho'ktirish mashinada boyitiladi.

Zarralar yirikligi ko'lamini aniqlash uchun har bir sinfda zarralar teng tushishi koeffitsientidan foydalanish mumkin.

Masalan, agar zichligi 2600 kg/m^3 kvarts zarrasi va zichligi 7000 kg/m^3 kassiterit zarrasi aralashmasi cho'ktirishga yuborilsa, erkin tushish sharoitlarida zarralar teng tushish koeffitsientini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin

$$e = d_{kv} / d_{kas} = (\delta_{kas} - 1000) / (\delta_{kv} - 1000) =$$

$$= (7000 - 1000) / (2600 - 1000) \approx 4$$

bunda, d_{kv} , d_{kas} – kvarts va kassiterit zarralari yirikligi; δ_{kv} , δ_{kas} - ushbu zarralar zichligi.

Shunga ko'ra, bunday aralashmani cho'ktirish bilan samarali boyitish uchun har bir sinfdagi kvarts va kassiterit zarralari diametrlari nisbati 4 dan oshmasligi lozim. Qisilgan tushish sharoitlarida teng tushish koeffitsienti katta va tasnif shkalasini kengroq (4 dan yuqori) olish mumkin.

Cho'ktirish mashinalarni qo'llashning turli sharoitlari ko'p sonli tuzilmali ko'rinishlar yaratishiga olib keldi. Cho'ktirish mashinalar maqsadli vazifalari, yuritmaning ishlash tartibi, ajralish mahsulotlarini tushirish usullari, belgilangan mahsulotlar soni va boshqa belgilar bo'yicha tasniflanadi.

Ajralish muhiti turiga bog'liq holda, barcha mashinalar gidravlik (suvli ishchi muhitli) va pnevmatik (havoli ishchi muhitli) turlarga bo'linadi.

Konsentratsiya bo'limida suvning pulslanishini ta'minlovchi yuritma ishlashining qoidalari bo'yicha cho'ktirish mashinalari porshenli, diafragmalı, havoli-pulslanuvchi (porshensiz) va qo'zg'alma g'alvirli turlarga bo'linadi.

Porshenli cho'ktirish mashinalarida (OMR) suvning pulslanishi porshenning qaytma-ilgarilanma harakati bilan yuzaga keladi. Porshenli mashinalar 2-40 mm yiriklikdagi marganesli, qalayli, volfram rudalarini boyitish uchun qo'llaniladi.

Diafragmalı cho'ktirish mashinalarida (MOD) muhit pulslanishi konusli ostning harakatlanishi va diafragma bilan yuzaga keladi. Mashinalar boyitish materialining 0,5-15(30) mm yirikligida qora, noyob metallar va oltin tarkibli sochilma qumlarni boyitish uchun qo'llaniladi.

Havoli-pulslanuvchi (porshensiz) cho'ktirish mashinalarida muhit pulslanishi (OPM, OPO) siqiq havoning davriy chiqishi bilan hosil qilinadi. Mashinalar 0,5(0,3)-13(25) mm yiriklikdagi ko'mirni boyitishda va kam hollarda ajraladigan material yirikligi 0,5-4(60) mm bo'lgan rudalarni boyitishda keng qo'llaniladi.

Qo'zg'alma panjarali cho'ktirish mashinalarida muhit o'zgarishi panjara harakati bilan yaratiladi. Mashinalar juda kam hollarda ajraladigan material yirikligi 3-40 mm bo'lgan temir va marganes rudalarini boyitishda qo'llaniladi.

Havoli-pulslanuvchi (porshensiz) cho'ktirish mashinalari eng taraqqiy etgan va tez yeyiladigan detallarga deyarli ega emas, chunki cho'ktirish bo'limida tebranishlarni hosil qilish uchun siqilgan havodan foydalaniladi.

Havoni kiritishda havoli bo'limda suv sathi pasayadi, cho'ktirish bo'limida esa oshadi, atmosferaga havoni chiqarishda teskari holat yuz beradi. Shu tufayli cho'ktirish bo'limida suvning tebranma harakati amalga oshiriladi.

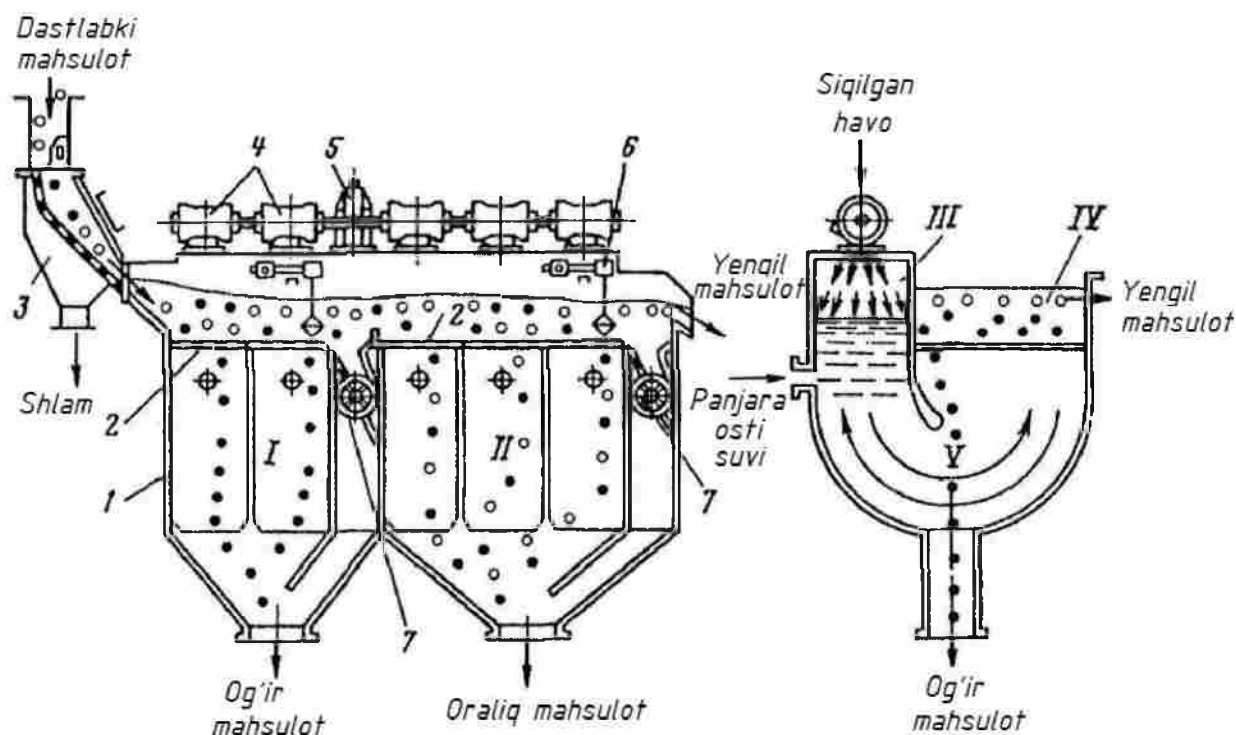
Porshensiz cho'ktirish mashinasi MOBM-10 (OMR1) (81-rasm) cho'ktirish bo'limidan to'siqlar (g'alvir ostida) bilan ajratilgan, havo kameralarining yon tomonda joylashuvili, bo'ylama to'siqlar bilan cho'ktirish va havoli bo'limlarga ajratilgan bir nechta (2-6) kameralarga ega.

Porshensiz cho'ktirish mashinasi quyidagi tuzilmaviy elementlarga ega:

- korpus 1, suvning tebranuvchi massasi uchun oquvchi qismi V va boyitiladigan material uchun idishga mashinaning barcha tugunlari uchun biriktiruvchi tuzilma bo'lib xizmat qiladi (ikkita pog'onada ifodalangan: jinsli va oraliq mahsulotli);

- ishchi to'shama qatlami uchun tayanch bo'lib va shu bilan birga uning pulslanishi jarayonida suvning o'tishiga yo'l qo'yuvchi va og'ir mahsulotning eng mayda zarralarini g'alvir ostidagi qismga tushirishga xizmat qiluvchi cho'ktirish panjarasi 2;

- tashish suvi va shlamning ortiqchalarini ajratib oladigan qurilmalar (tushirish-shlamsizlantirish qurilmasi) bilan ko'pincha birga qo'shiladigan, dastlabki materialni tushirish uchun qurilma 3;
- panjara usti qismida berilgan chastotali suvning ko'tariluvchi va pasayuvchi harakati almashinishini ta'minlovchi pulsator 4;



81-rasm. Porshensiz cho'ktirish mashinasi

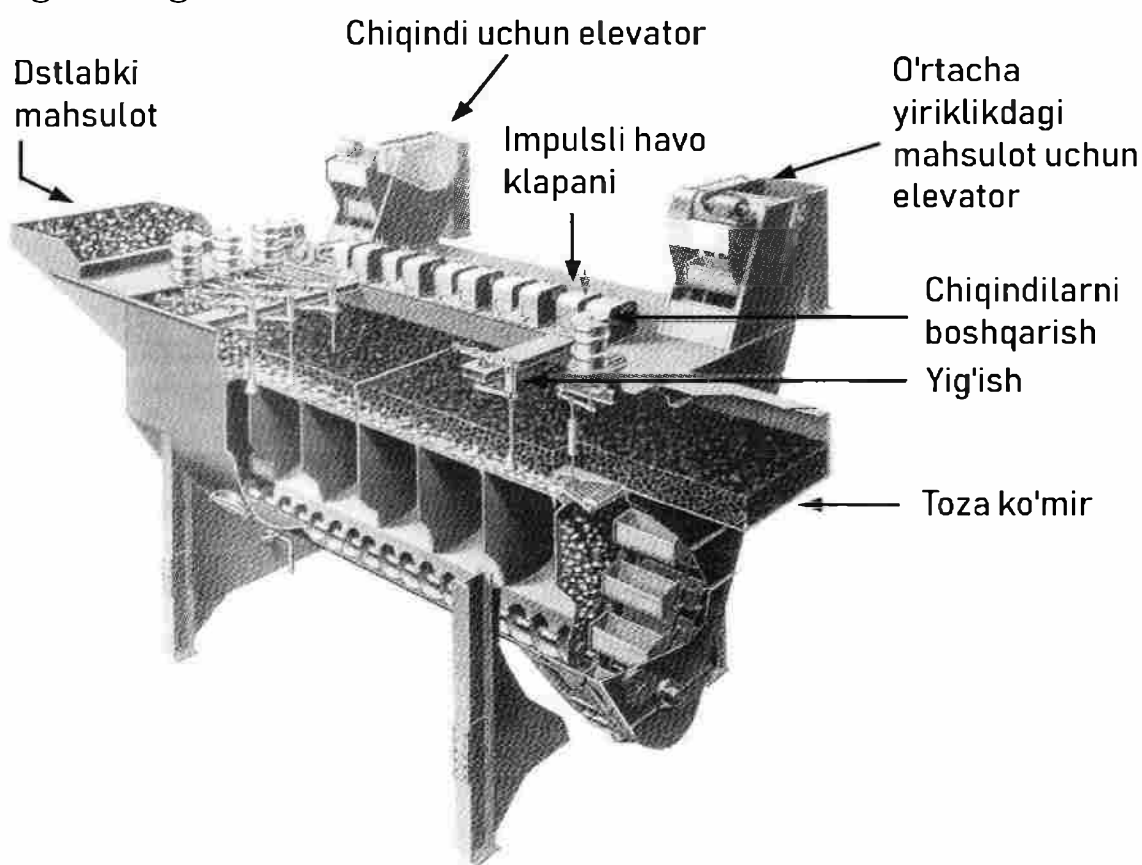
- pulsatorlar yuritmasi 5;
- cho'ktirish chiqindilarini tushirishni nazorat qilish va tartibga solish uchun po'kakli datchik 6;
- cho'ktirishning og'ir mahsulotlari to'planib qolgan zonadan ularning uzluksiz chiqarib tashlanishini ta'minlovchi tushirish qurilmasi 7.

Materialni cho'ktirish g'alvir ustida joylashgan sun'iy to'shama qatlami orqali amalga oshiriladi. To'shama va panjara orqali o'tadigan og'ir zarralar kameradan tushirish qurilmasi orqali

tushiriladi. Chiqindilar mashina oxiridagi boshqariladigan boshlanish qism orqali va qisman kameraning yon devorlaridagi quyish tuynuklari orqali chiqarib tashlanadi. G'alvir osti suvi patrulkalar bo'ylab umumiy kollektordan mashina kamerasiga beriladi.

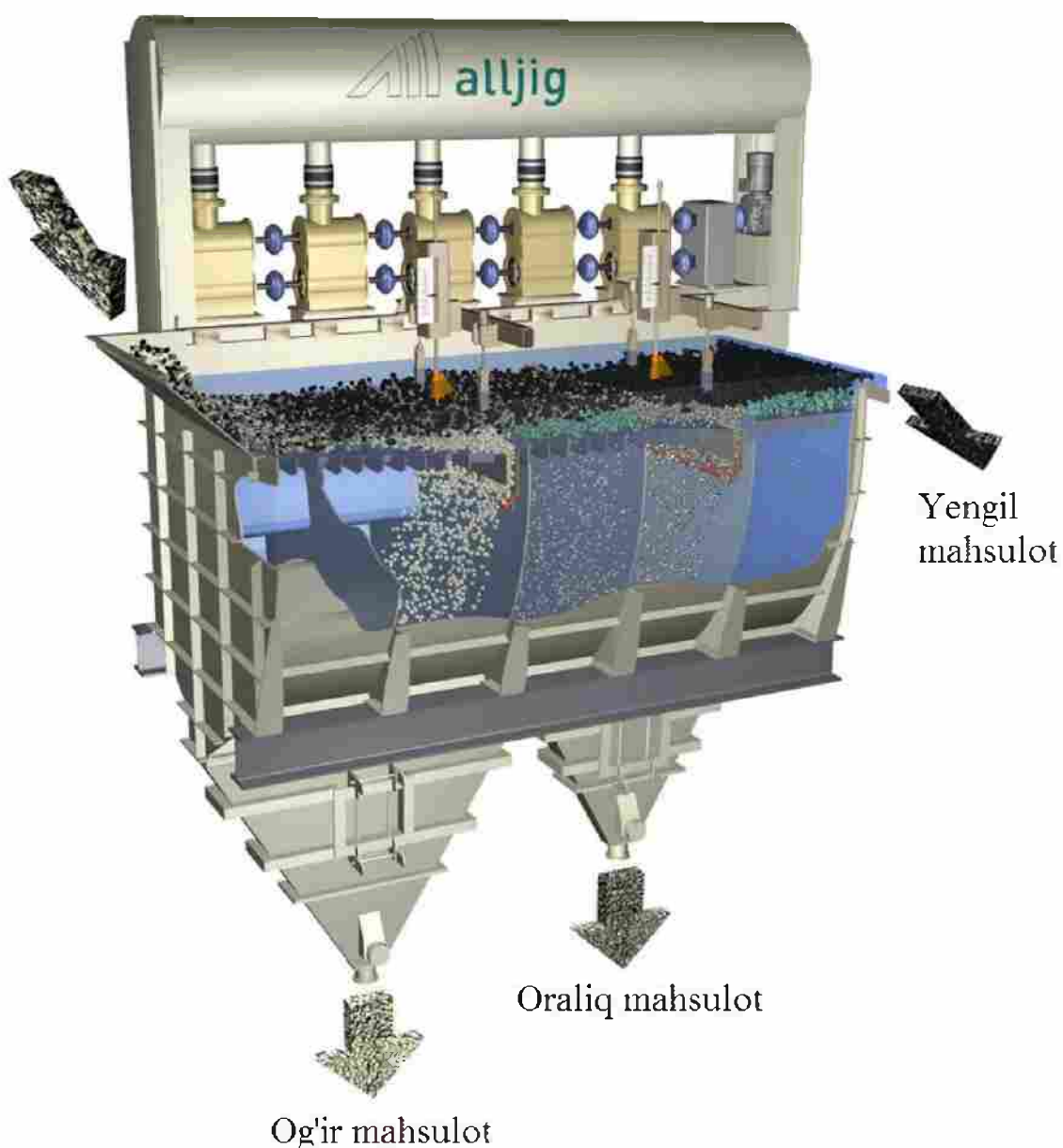
Ko'mirni boyitish uchun **Baum** turidagi cho'ktirish mashinasi qo'llaniladi (82-rasm). Bu turdagi cho'ktirish mashinalari maksimum 175-200 mm (1-8 dyum), minimum 40-60 mm (1,5-2,5 dyum) oraliq o'lchamdagi dastlabki mahsulot uchun mos keladi [3].

Ko'mirni boyitish uchun qo'llaniladigan cho'ktirish mashinasi (82-rasm) 1 dan 150 mm gacha yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun mo'ljallangan. Ushbu cho'ktirish mashinasining afzalliklari: to'shama qalinligini, havo pulsatsiyasini va boshqa zaruriy parametrlarini boshqarish to'liq avtomatlashgan bo'lib, boyitish jarayoni va uning yuqori samaradorligini boshqarishni ta'minlash yengillik tug'diradi.



82-rasm. Ko'mirni boyitish uchun qo'llaniladigan porshensiz cho'ktirish mashinasi

Havo pulsatsiyasi qiyin va notekis xarakterga ega bo'lib, boyitilayotgan ko'mirning yiriklik diapazonini kengayishiga va mayda zarrachalarni saralash samaradorligini aytarli darajada oshishiga olib keladi. Energiya sarfi va ekspluatatsion xarajatlar kichik bo'lib, unumdorlik yuqori. Ishlash vaqtida dastlabki mahsulotning xarakteristikalarining o'zgarishiga bog'liq holda sozlanadigan parametrlarini muvofiqlashtirish imkoniyati mavjud.

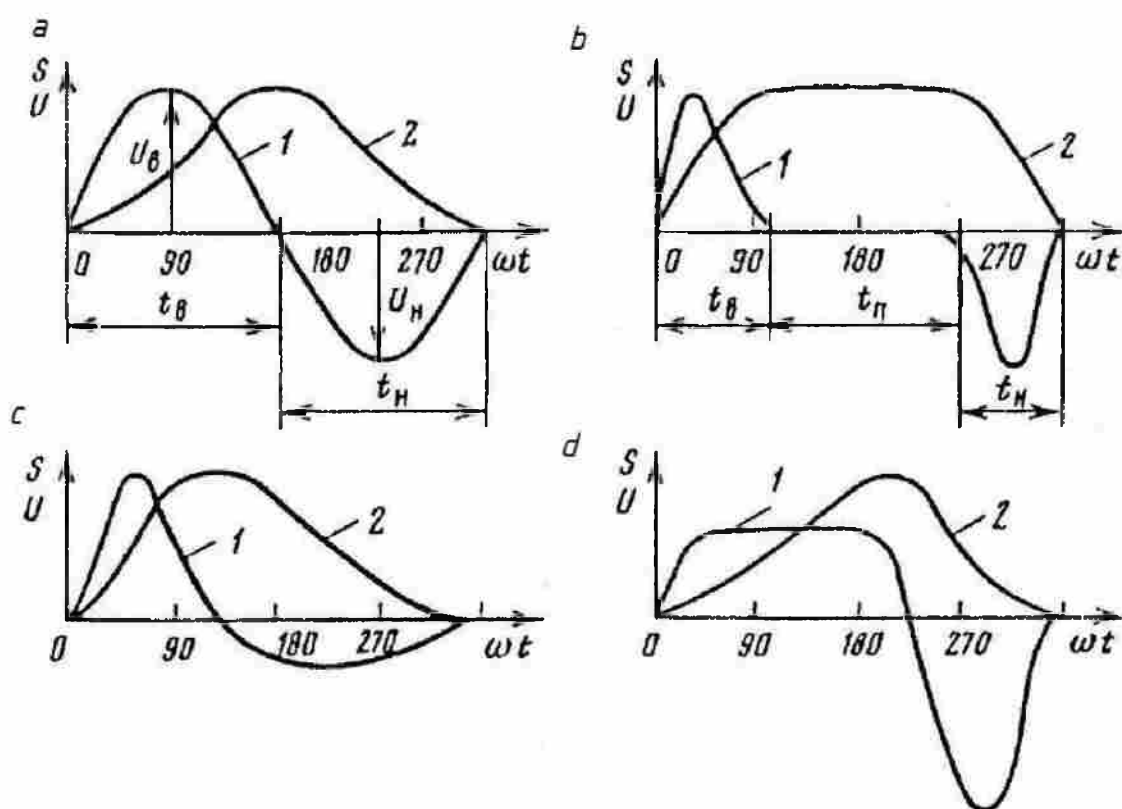


83-rasm. Porshensiz cho'ktirish mashinasining ishlash tartibi

6.5-§. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ular ishiga ta'sir qiluvchi omillar

Cho'ktirishning texnologik o'lchamlariga quyidagilar kiradi: cho'ktirish davri tavsifi; to'shamani yumshatish darajasi; materialning qatlamlab ajralishi tezligi; suv pulslanishi amplitudasi va chastotasi [10].

Tebranishning bitta davri mobaynida muhitning (yoki g'alvirning) vertikal siljish qonuniyatlari **cho'ktirish davri** deyiladi. Ko'tarilish, to'xtash, muhitning cho'kishi davr elementlari hisoblanadi. Cho'ktirish davrini grafik tarzda muhit harakati tezligi va zarralarning vaqt bo'yicha bog'liqligi deb tasvirlash qabul qilingan (84-rasm).



84-rasm. Cho'ktirish davrlari sxemalari:

a – garmonik; *b* – Mayer davri; *c* – Berd davri; *d* – Tomas davri; 1 – *S*-muhit ko'chishi yo'li; 2 – *u* tezligi; t_v , t_n , t_n , – mos ravishda muhitning ko'tarilishi, pauzasi va cho'kishining davomiyligi.

Simmetrik va asimmetrik cho'ktirish davrlari mavjud.

Simmetrik davrga vaqt bo'ylab muhit tezligining sinusoidal o'zgarishli garmonik davri kiradi. Qolgan barcha davrlar asimmetrik hisoblanadi.

Garmonik davrda (84, a-rasm) muhit (yoki g'alvir) ko'chishi va uning tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishi mos ravishda quyidagi qonunlar bo'yicha sodir bo'ladi:

$$S = 0,5l(1 - \cos \omega t) \quad (6.23)$$

$$u = 0,5l\omega \sin \omega t$$

bunda, S – chetdagi pastki holatdan hisoblanadigan muhitning ko'chishi; u – muhit oqimi tezligi; l – tebranishlar ko'lami; $\omega=2\pi n$; n - tebranish chastotasi.

Mayer davri (84, b-rasm) ko'tariluvchi va pasayuvchi oqimlar vaqti qisqaligi bilan va pauza uzunligi bilan tavsiflanadi.

Berd davri (84, c-rasm) pasayuvchi oqimning tezligi va harakat davomiyligi bilan taqqoslaganda ko'tariluvchi oqimning kuchli tezligi va davomiyligi kamligi bilan tavsiflanadi; to'xtash bo'lmaydi ($t_n = 0$).

Tomas davri (84, d-rasm) pasayuvchi oqimning tezligi va harakat davomiyligi bilan taqqoslaganda ko'tariluvchi oqim tezligi kamligi va uzoq davomiyligi bilan tavsiflanadi. Ko'p davrlarda ko'tariluvchi oqim tezligi doimiy qiymatga ega bo'ladi.

Amaliyotda Mayer, Berd va Tomas davrlari keng qo'llanilishga ega bo'lgan.

To'shamaning yumshaluvchanligi suyuqlik hajmining to'shamada uning umumiy hajmi nisbatiga teng bo'lgan m yumshatish koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi.

$$m = V_{\text{sc}} / (V_{\text{sc}} + V_T) \quad (6.24)$$

bunda, V_t – to'shamada (qatlamda) qattiqlikning hajmi

V_t ning o'rtacha qiymati davr mobaynida 0,5-0,55 chegaralarda o'zgaradi.

Cho'ktirish mashinasida suv harakatining garmonik davrida va tebranishning doimiy amplitudasida tebranish chastotasi oshishi bilan, doimiy chastotada esa amplituda oshishi bilan to'shama yumshashi ma'lum bir chegaragacha ortadi, so'ngra esa jiplashgan holatda yumshashga yaqinlashib kamayib qoladi.

Pulslanish chastotasi cho'ktirishning muhim xususiyati hisoblanadi. Pulslanishning past chastotasida ko'tariluvchi oqim tezligi, pulslanish amplitudasi, to'shamaning eng yuqori ko'tarilishi oshadi va to'shama yumshashi darajasi ham ortadi. Biroq, pulslanishning past chastotasida tartib kam darajada barqaror va tushirishdagi o'zgarishlarga, boshlang'ich materialning donador va fraksiyali tarkibi o'zgarishlariga juda ta'sirchan bo'lib qoladi.

Pulslanish va amplituda chastotasini o'zgartirib, pulslanishda cho'ktirish tartibining texnologik samaradorlik va barqarorlik talablariga mos keluvchi eng maqbul tartibini tanlash mumkin.

G'alvir osti suvi ko'tariluvchi va pasayuvchi oqimlarda suv sarfi debalansini yopish uchun yuboriladi, bunda u cho'ktirish to'shamasining maqbul yumshaganligini saqlab turish yo'li bilan cho'ktirishning tezkor boshqarilishidagi samarali o'lchamlar hisoblanadi.

G'alvir osti suvining sarfi uning umumiy sarfiga bog'liq holda 0,9 dan 1,8 m³/t.gacha o'zgarib turadi.

Tashish suvining sarfi mashinada materialni keltirish vaqtiga ta'sir qiladi va 1-2 m³/t. tashkil etadi. Tashish suvning ko'p sarflanishida cho'ktirish vaqti kamayadi va mashina unumdorligi oshadi.

Suv pulslanishining amplitudasi h to'shama jinsli qatlami-ning yirikligiga, g'ovaklik koeffitsientiga va n pulsatsiya chastotasiga bog'liqdir.

Odatda, yirik ko'mir uchun $h = 50 \div 80 \text{ mm}, n = 40 \div 50 \text{ min}^{-1}$ mayda ko'mir uchun $h = 25 \div 40 \text{ mm}, n = 45 \div 60 \text{ min}^{-1}$ qabul qilinadi.

Tashish mashinasi sifatida dastlabki quruq ta'minlash bo'yicha cho'ktirish mashinasi unumdorligi Q quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$Q = 3,6BH \nu \delta \mu \quad (6.25)$$

bunda, B - cho'ktirish panjarasi kengligi, m; H – to'shamani o'lchash (muallaq) paytida quyish boshlanishidan yuqoridagi cho'ktirish g'alvirida material qatlami balandligi, m; ν – material harakatining o'rtacha bo'ylama tezligi (chiqindilarni bo'shatish tezligi), mm/s; δ – boyitiladigan material zarralari zichligi, g/sm³; μ - o'lchash (muallaq) paytida to'shama yumshashi koeffitsienti ($\mu=0,5$).

Amaldagi cho'ktirish mashinalar g'alvirining 1 m² maydoniga solishtirma unumdorlik keng chegaralarda – 5 dan 30 t/(s·m²) o'zgaradi. Cho'ktirish mashinalar solishtirma unumdorligi, qatlamlab ajralish tezligi va ajralish aniqligi o'rtasida belgilangan o'zaro aloqa mavjud. To'shama shakllanishi tezligi qancha yuqori bo'lsa, boshqa teng sharoitlarda cho'ktirish mashinalar unumdorligi shuncha yuqoridir.

7-jadval.

Cho'ktirish mashinalari tasnifi va ularning qo'llanish sohalari

Mashina turi	Muhit tebranishlarini hosil qilish usuli	G'alvirdan og'ir Mineral-larni chiqarib yuborish usullari	Boyitiladigan material yirikligi,mm		Qo'llash sohasi
			Yeng katta	Yeng ki-chik	
Qo'zg'aladigan panjarali	G'alvir harakati bilan	Tushirish qurilmasi bilan	40	3(2)	Marganesli ruda, ayrim hollarda temirli, volframli va

					b. rudalarda
Porshenli	Porshen harakati bilan	Yirik mahsulot – tushirish qurilmasi bilan, mayda mahsulot g'alvir orqali	40	2(3)	Marganesli, qalay va volfram rudalarida
Diafragmali(diafragmaning gorizontal va vertikal joylashuvili)	Konusli ost yoki diafragma harakati bilan	Yirik mahsulot – qo'lda yoki tushirish qurilmasi bilan, mayda mahsulot – sun'iy to'shama yoki g'alvir orqali	15 (30)	0,5	Marganesli, temir, qalay, volframli ruda, oltin miqdorli sochilmalar, noyob metall rudalarida
Havoli-pulslanuvchi (porshensiz) havo kameralarining pastda yoki yuqorida joylashuvili	Havoni pulslanuvchi uzatish bilan	Yirik mahsulot – tushirish qurilmasi bilan, maydasi – suniy to'shama orqali	4(60)	0,5	Ko'mir, noyob va nodir metallar rudalarida
Pnevmatik	Xuddi shunday	Maxsus tushirish qurilmalari bilan	13(25)	0,5 (0,3)	Ko'mir, ayrim hollarda rudalarda

7-jadvalda cho'ktirish mashinalarning asosiy turlari va ularni qo'llashning maqbul sohalari berilgan [2].

6.6-§. Og'ir suyuqliklarda boyitishning mohiyati. Og'ir suyuqliklarni tayyorlash

Og'ir muhitlarda boyitish – bu suyuqlik yoki suspenziyalardagi gravitatsiyali boyitish jarayoni, ular ajraladigan minerallar zichliklari o'rtasida oraliq zichlikka ega. Jarayon gravitatsiya yoki markazdan qochma maydonlarda amalga oshirilishi mumkin.

Agar boyitiladigan material ajraladigan minerallar zichliklari o'rtasida oraliq zichlikka ega bo'lgan muhitga yuklansa, unda muhitning zichligidan zichligi kam bo'lgan minerallar unga qalqib chiqadi, muhit zichligidan zichligi yuqori bo'lgan minerallar pastga tushadi (suvga cho'kadi).

Og'ir muhitda zarralar ajralishi sharoitlari quyidagicha: $\delta > \rho_j$ – zarra cho'kadi; $\delta < \rho_j$ – zarra qalqib chiqadi; $\delta = \rho_j$ – zarra muallaq holatda bo'ladi. Bu yerda δ va ρ_j – mos ravishda zarralar va muhit ajralishi zichligi, kg/m^3 .

Og'ir muhitlarda boyitish suyuq muhitda yoki havoli muallaq suspenziyada (aerosuspenziyalarda) amalga oshiriladi.

Og'ir suyuq muhit sifatida bir jinsli organik suyuqliklar va ularning eritmalari, tuzlarning suvli eritmalari va suspenziyalardan foydalaniladi.

Muhitning *og'irlashtiruvchisi* hisoblangan mayda yanchilgan (0,1 mmdan kam) mineral zarralarning suyuqlikdagi muallaq holati **suspenziya** deyiladi.

Sanoatda magnetitdan va ferrosilitsiydan bo'lgan og'irlashtiriluvchili suvli mineral suspenziyalar ko'p tarqalgan.

Yanchib maydalash bosqichida bo'sh jinslarni chiqarib yuborish og'ir muhitlarda rudani boyitishning asosiy maqsadi hisoblanadi, bu umumiy foydalanish xarajatlari kamayishini va texnologik ko'rsatkichlar oshishini ta'minlaydi. Olinadigan bo'sh jinslar qurilish material sifatida sotilishi mumkin.

Og'ir muhitlarda ko'mirni boyitishda oxirgi mahsulotlar: konsentrat, sanoat mahsuloti va chiqindilar olinadi.

Og'ir muhitli separatsiyaning asosiy afzalligi bu jarayonning yuqori texnologik samaradorligi hisoblanadi, chunki boyitishdagi olinadigan ko'rsatkichlar nazariy mumkin bo'lganlarga yaqindir.

Og'ir suspenziyalarda boyitishning texnologik parametrlari

OSB (OS) jarayonida eng muhim texnologik o'lchamlar mineral suspenziyalarning reologik xususiyatlari: zichlik, qovushqoqlik, surilish kuchi va barqarorlik hisoblanadi. Suspenziyaning bu xususiyatlari foydali qazilmalar ajralishi samaradorligini belgilab beradi.

Suspenziya zichligi – suspenziya massasining uning egallab turgan hajmiga nisbati (kg/m^3) [1, 9].

Suspenziya zichligi ajralishning chegaralanuvchi zichligini belgilaydi. Og'irlashtiruvchining miqdoriy hajmi va uning zichligi ortishi bilan suspenziya zichligi oshadi.

Foydali qazilmalarni boyitishda qo'llaniladigan asosiy og'irlashtirgichlar tavsifi 6-jadvalda keltirilgan.

Suspenziya zichligi, kg/m^3 , quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\delta_c = 1000 + M_y (\delta_y - 1000) / (V \delta_y) \quad (6.26)$$

bunda, M_y – suspenziyaning berilgan hajmida og'irlashtirgich massasi, kg; V – suspenziya hajmi, m^3 ; δ_y – og'irlashtirgich zichligi, kg/m^3 .

Misol

$d_s = 1800 \text{ kg/m}^3$ zichlikli 10 m^3 suspenziya tayyorlash uchun $\delta_y = 4500 \text{ kg/m}^3$ bo'lganda, magnetit massasini va suspenziyaning boshqa o'lchamlarini aniqlash lozim.

Magnetit massasi M_y quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$M_y = V \delta_y (\delta_y - 1000) / (\delta_y - 1000)$$

$$M_y = 10 \cdot 4500 (1800 - 1000) / (4500 - 1000) = 10285,7 \text{ kg}$$

10m³ suspenziyada magnetit hajmi

$$V_y = M_y / \delta_y = 10285,7 / 4500 = 2,29 \text{ m}^3$$

Suyuqlik (suv) hajmi

$$V_j = V - V_y = 10 - 2,29 = 7,71,$$

Suspenziyada Suspenziyada qattqlikning massali konsentratsiyasi

$$C_y = 100 M_y / (V \delta_c) = 100 \cdot 10285,7 / (10 \cdot 1800) = 57,1\%$$

qattqlikning hajmiy konsentratsiyasi

8-jadval.

Boyitishda qo'llaniladigan og'irlashtirgichlar tavsifi

Og'irlashtirgich	Og'irlashtirgich zichligi, kg/m ³	Suspenziyaning mumkin bo'lgan yuqori zichligi, kg/m ³
Tuproq	2500	1490
Kvarsli qum	2650	1540
Barit (BaSO ₄)	4400	2200
Pirit (FeS ₂)	5000	2500
Magnetit (Fe ₃ O ₄)	5000	2500
Arsenopirit (FeAsS)	6000	2800
Maydalangan ferrosilitsiy 85% Fe, 15% Si)	6900	3100
Donadorlangan ferrosilitsiy (90% sharsimon zarralar, 85% Fe, 15% Si)	6900	3500
Galenit (PbS)	7500	3300

$$C_0 = 100 V_y / V = 100 \cdot 2,29 / 10 = 22,9\%$$

zichlikdan δ'_s ($\delta'_s < \delta_s$) zichlikkacha 1m^3 suspenziyani suyultirish uchu

n zarur bo'lgan ΔV_j , m^3 suv hajmi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$\Delta V_j = (\delta_s - \delta'_s) / (\delta_s - 1000),$$

δ'_s dan δ_s gacha uning zichligini oshirish uchun 1m^3 suspenziyaga qo'shiladigan ΔM_y og'irlashtirgich massasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$\Delta M_y = \delta_y (\delta_s - \delta'_s) / (\delta_y - \delta_s), \quad (6.27)$$

Og'irlashtirgichlar sifatida ko'pincha ferrositsiliy yoki magnetit qo'llaniladi. Donadorlangan ferrositsiliy tayyor holda keltiriladi. Rudalarni boyitishda yanchilgan ferrositsiliyning eng katta yirikligi 0,15-0,2 mm.dan oshmasligi lozim.

Ko'mirni boyitishda og'irlashtirgich sifatida, odatda, magnetitdan foydalaniladi. U kon-boyitish kombinatlaridan tayyor holda keltiriladi va u 100 mkm dan kam yiriklikdagi kukunsimon temir rudali konsentratdan iborat. Boyitish fabrikalarida suspenziyani avtomatik tayyorlash va tashish uchun jihozlar kompleksidan (KAPS) foydalaniladi.

Suspenziya qovushqoqligi – bu qatlamlarning bir-biriga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati. *Suspenziya qovushqoqligi va siljish kuchlanishi* suspenziyaning reologik xususiyatlari bilan tavsiflanadi. Nyuton suyuqligi uchun surilish kuchlanishi τ dinamik qovushqoqlikka μ_0 va tezlik gradientiga (normal bo'ylab tezlikdan surilish yuzasiga dv/dn hosila) proporsionaldir.

$$\tau = \mu_0 dv/dn \quad (6.28)$$

Og'irlashtirgichning yuqori konsentratsiyasida va shlam yoki tuproq mavjudligida suspenziyalar tuzilishli-qovushqoq bo'lib

qoladi. Bunday suspenziyalarda materialning, ayniqsa, mayda zarralarning ajralishi yomonlashadi, ular qalqib ham chiqmaydi, cho'kmaydi ham, chunki muhit qarshiligini yenga olmaydi.

Suspenziya qovushqoqligi og'irlashtirgichlar va ular konsenetratsiyalarining fizikaviy xossalari bog'liq, bu quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\mu_c = \mu_j (1 + 2,5C + 7,35C^2 + 16,2C^3) \quad (6.29)$$

bunda, μ_j – suvning qayishqoqligi (293 gradusda u 0,001 Pa's ga teng); C – suspenziyadagi og'irlashtirgichning hajmiy konsentratsiyasi, birlik ulushi.

Ishchi suspenziyaning 0,007 Pa's dan oshmagan dinamik qayishqoqligida ajralishning me'yoriy sharoitlari ta'minlanadi.

Suspenziya barqarorligini turli qatlamlarda ajratish uskuna balandligi bo'yicha zichligini saqlab qolish xususiyati tavsiflaydi. Suspenziya barqarorligi og'irlashtirgichning donadorlik tarkibiga, uning hajmiy konsentratsiyasiga va suspenziyaning shlam bilan ifloslanish darajasiga bog'liq. Og'irlashtirgich yirikligi kamayishi va shlam hamda tuproq miqdori oshishi bilan suspenziya barqarorligi ortadi, bu ijobiy omil hisoblanadi. Biroq, bunda suspenziya qovushqoqligi oshadi, bu boyitiladigan material ajralishi natijalarining yomonlashuviga olib keladi [1].

Suspenziyani stabillash unda mavjud bo'lgan boyitiladigan materialning yupqa shlamlari bilan yoki bentonitlarning (tuproqning) maxsus qo'shilmalari bilan amalga oshiriladi. Suspenziya qayishqoqligini o'ta oshirmasdan stabillovchi harakat uchun tuproqning maqbul miqdori 0,5-1% tashkil etadi.

Og'ir suspenziyalardan foydalanishda ularning zichligi shlamlar bilan ifloslanishi, boyitish mahsulotlari bilan og'irlashtirgich talafoti va jarayonga toza suv kirishi tufayli doim kamayadi. Suspenziyani tiklash uchun (uning zichligini tiklash va shlamlarni chiqarib yuborish) magnitli separatsiya, flotatsiya, gravitatsiyali

separatsiya va boshqa usullar qo'llaniladi. Jumladan, magnetitli suspenziyalarni tiklash uchun magnitli separatsiyadan foydalaniladi. Bunda suyultirilgan suspenziyadan ajratib olinadigan magnetit yana jarayonga yuboriladi.

Og'irlashtirgich zichligi ajralish zichligining talab qilingan ko'lamida qovushqoqligi kam va barqaror suspenziyani tayyorlash uchun yetarlicha bo'lishi lozim.

Og'irlashtirgich yirikligi u qo'llaniladigan uskunalarning turiga bog'liq holda, ma'lum talablarga mos kelishi zarur. Magnetitli og'irlashtirgich yirikligi bo'yicha uchta navga bo'linadi:

Magnetit navi.....	Yirik (K)	Mayda (M) Miqdori, %	Yupqa (T)
Zarralari yirikligi, mm:			
20 dan kam.....	3-10	10-15	25-35
40 dan kam.....	40-50	50-60	60-75
150 dan ortiq.....	2-10	2-10	0-5

K va M navli magnetitlarni vannasi chuqur bo'lmagan oqimli separatorlarda (SKV turidagi) va uch mahsulotli gidrosiklonlardagi boyitishlarda qo'llash tavsiya etiladi. Og'ir suspenziyaning zichligi qancha yuqori bo'lsa, og'irlashtirgich shuncha yirik bo'lishi mumkin.

Magnetitli og'irlashtirgichda magnitli fraksiya miqdori 90% past bo'lishi lozim.

Og'ir muhitli separatorlarda va gidrosiklonlarda ruda va ko'mirni boyitishda **ajralish samaradorligi** (aniq ajralishi) o'zgaruvchan ajralish zichligi, suspenziya qayishqoqligi, uskuna unumdorligi va boshqa omillarga bog'liq holda keng chegaralarda o'zgarishi mumkin.

Separator unumdorligi ajralish mahsulotlaridan birining sifatiga qo'yiladigan talablarni hisobga olib hisoblanadi, chunki

amaliy jihatdan ikkala mahsulotning eng yuqori miqdori ajralishida yuqori sifatli mahsulot olish mumkin emas.

Yengil fraksiyaning yuqori sifatida unumdorlik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$Q = 3600 v_n^* C_n \rho_n k s_3 / \alpha_n \quad (6.30)$$

og'ir fraksiyaning yuqori sifatida

$$Q = 3600 v_T^* C_T \rho_T k s_3 / (1 - \alpha_n) \quad (6.31)$$

bunda, Q – ta'minlanish bo'yicha unumdorlik, t/s; v_n^* va v_T^* – chegaraviy gidravlik yiriklik, ya'ni, mos ravishda yengil va og'ir fraksiya chegaraviy bo'laklari suspenziyasida tushish tezligi, m/sek; C_l va C_T – separator vannasida (mahsulotlarni tushirish zonalarida) mos ravishda yengil va og'ir fraksiyaning hajmiy konsentratsiyasi, birlik ulushi; s_3 – m² separatorda suspenziya yuzasi (ko'zgusi) maydoni; k – maydondan foydalanish koeffitsienti (0,5-0,9).

C_l va C_T qiymatlari konusli separatorlarda deyarli bir xil va 0,3-0,35 ni tashkil etadi. G'ildirakli va barabanli separatorlarda C_l ning qiymatlari taxminan shunday (yuqoridagidek), C_T niki esa 0,58 ga yetishi mumkin, chunki tushirish mashinalarida material zich qatlamli bo'lib yotadi.

6.7-§. Og'ir suyuqliklarda boyitish saralagichlari

Og'ir muhitli separator – og'ir muhitda boyitish uchun separator. Foydali qazilmalar modda tarkibining va og'irlashtiruvchilar fizik-kimyoviy xossalari xilma-xilligida mineral zarralar ajralishining yuqori darajada aniqligini ta'minlash talablari separatorlarning ko'pgina tuzilmalari yaralishiga yordam berdi.

Og'ir muhitli separatorlar tuzilmalari qator belgilar bo'yicha tasniflangan:

- *boyitiladigan material yirikligi bo'yicha* – yirik va o'rta sinflar uchun separatorlar, mayda sinflar uchun separatorlar;
- *harakatlanish qoidalari bo'yicha* – kuchlarning gravitatsiyali maydonida qatlamlarga ajralishi, kuchlarning markazdan qochirma maydonida qatlamlarga ajralishi;
- *boyitishning oxirgi mahsulotlari soni bo'yicha* – ikkita mahsulotli, uchta mahsulotli;
- *suspenziya zichligini stabillash usuli bo'yicha* – ko'tariluvchi yoki pasayuvchi harakat bilan, gorizontal harakat bilan, aralash harakat bilan suspenziyani mexanik aralashtirish bilan;
- *ishchi kamera shakli bo'yicha* - piramidasimon, konusli, tog'orasimon, barabanli;
- *boyitish mahsulotlarini chiqarib yuborish bo'yicha* – kurakli konveyer, zanjirli qurilma, parrakli qurilma, elevatorli g'ildirak yordamida o'z oqimi bilan chiqarib yuborish.

Separator tuzilishi boyitiladigan material qatlamlarga ajralishi zonasida suspenziyaning barqaror zichligini saqlab turishni, zichligi bo'yicha materialning to'liq qatlamlarga ajralishi, separator vannasidan boyitish mahsulotlarini tez chiqarib yuborish va yetarlicha unumdorlikni ta'minlashi lozim [6].

Og'ir muhitli separatorlar asosiy turlarining umumiy sxemasi 57-rasmda berilgan.

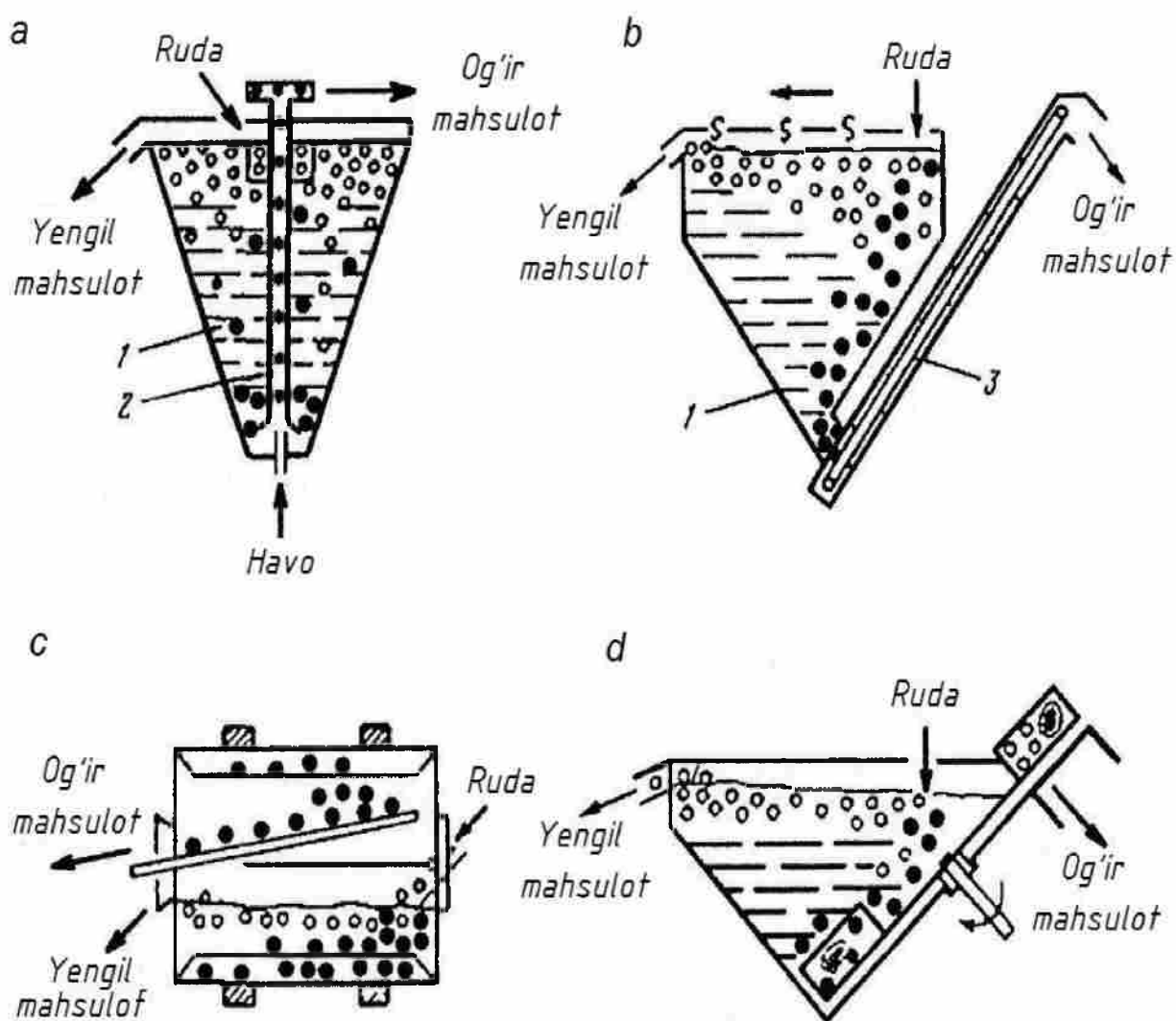
Suspenziyali separatorlarning ko'p sonli tuzilishlaridan quyidagilar keng qo'llanilishga ega:

magnetitli suspenziyada - 300 + 6mm yiriklikdagi ko'mirlar va antratsitlarni boyitish uchun *g'ildirakli turdagi separatorlar* (SK);

-100 +2 mm yiriklikdagi ko'mir, rudalar va nometall foydali qazilmalarni boyitish uchun *konusli* (OK, SK);

rangli, qora metallar va nometalli foydali qazilmalarni boyitish uchun spiralli va elevatori tushirishli *barabanli separatorlar* (SBS); *suspenziyali gidrosiklonlar* (SG) 6(35)- 0,2 mm yiriklikdagi mayda donador rudalarni va ko‘mirni boyitish uchun qo‘llaniladi.

Aeroliftli bo‘shatishli **konusli separator** (85, a-rasm) konussimon korpusdan 1 tuzilgan, o‘qi bo‘ylab aeroliftli ko‘targich 2 joylashtirilgan.



85-rasm. Og‘ir muhitli separatorlarning asosiy turlari sxemalari:
a – konusli; b – piramidasimon; c – barabanli; d – tog‘orasimon.

Suspenziya dastlabki ruda bilan birga yoki konus ichida patrubkalar bo‘ylab alohida berilishi mumkin. Yengil (qalqib

chiqqan) fraksiyalarni tushirish o'z oqimi bilan amalga oshiriladi yoki u majburan konus yon tomonidagi teshikka mexanik qurilma bilan va so'ngra yig'ma novga chiqarib tashlanadi. So'ngra yengil fraksiya suspenziyani ajratib olish va og'irlashtirgichni yuvish uchun elashga yuboriladi.

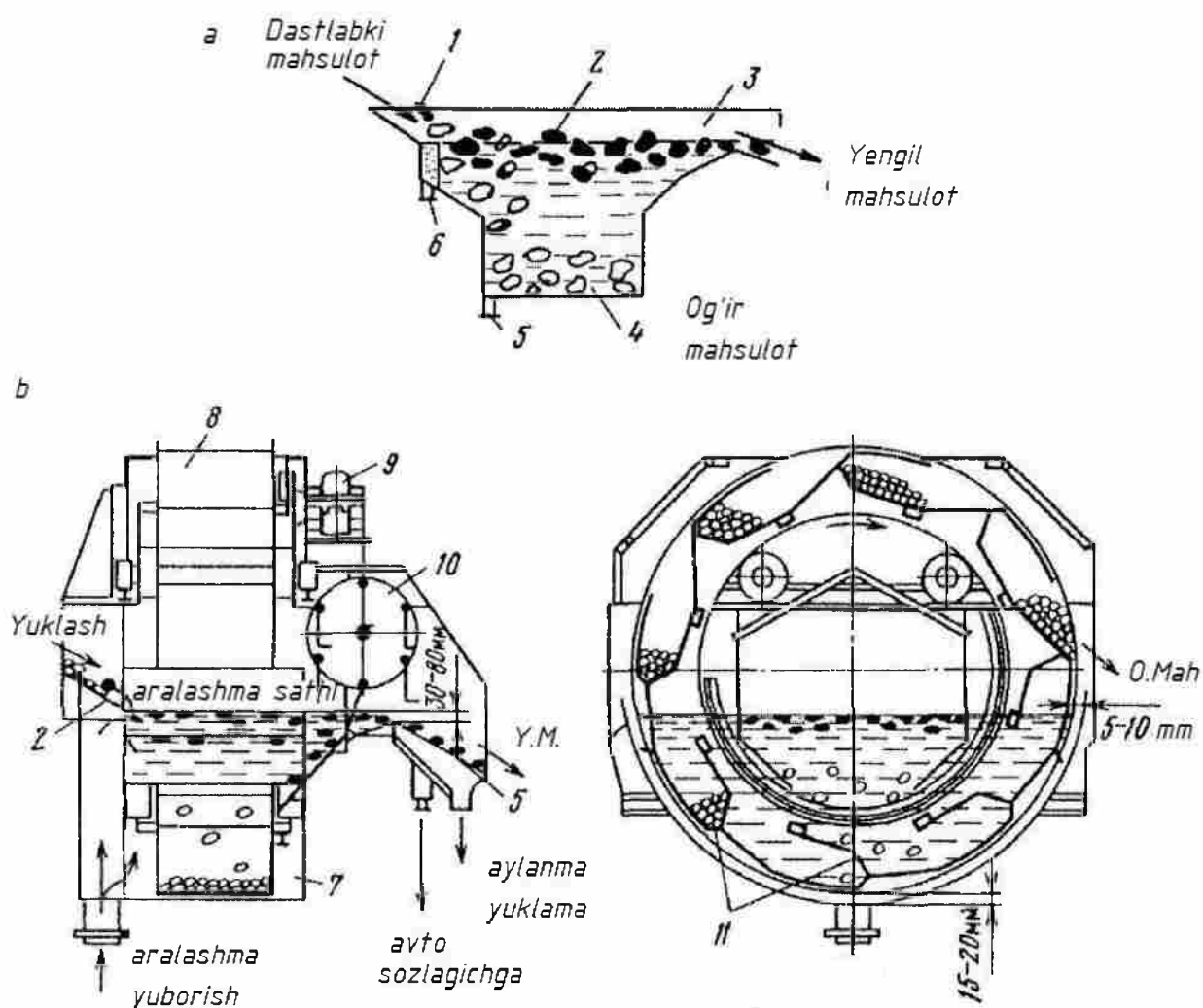
Og'ir (cho'kkan) fraksiya aeroliftning tushirish qismiga tushadi, yuqoriga quvur bo'ylab tashiladi va keyinchalik suspenziyani ajratib olish uchun elashga yuboriladi.

Barabanli og'ir muhitli separator – og'ir muhitli separator vannasidan cho'kkan mahsulot aylanadigan baraban bilan chiqarib yuboriladi.

SKV separatorining (86-rasm) asosiy uzellari quyidagilar: ishchi vannali korpus, elevatorli baraban, parrakli qurilma, elevatorli barabanni va parrakli qurilmani aylantiruvchi yuritmalar [10].

Separator korpusiga asosiy tugunlar va mexanizmlar o'rnatilgan: yuritmalik elevator barabani, yuritmalik parrakli mexanizm, elevator barabanning tayanch qo'zg'altirgichlar, yengil mahsulotni tushirish uchun nov. Korpus separatorni ramaga yoki tayanch balkalarga o'rnatish uchun to'rtta tayanch kronshteynga ega.

Dastlabki mahsulot tushirish novi bo'ylab separatorning ishchi vannasiga tushadi. Korpusning pastki patrubkasi orqali vannaga suspenziya yuboriladi, u tashish (gorizontal) va ko'tariluvchi (vertikal) oqimlarga ajraladi.



86-rasm. Og'ir muhitli barabanli separatorning asosiy sxemasi (a) va tuzilishi (b):

- 1- vannaning tushiradigan qismi; 2-vannaning oqib chiqadigan qismi; 3- yengil fraksiyalar uchun vannaning tushirish qismi; 4 - og'ir fraksiyalar uchun vannaning tushirish qismi; 5,6- suspenziyaning vertikal va gorizontal oqimlarini yuborish; 7- korpus; 8- vertikal elevador barabani; 9-yuritma; 10- parrakli mexanizm; 11- elevador g'ildiragi cho'michi.

Suspenziyani yuborish va chiqarib tashlash jarayonlari uning separator vannasida almashinishini va uzluksiz aylanib turishini ta'minlaydi. Separator unumdorligiga bog'liq holda, tushirish novi boshlanish qismi orqali quyiladigan suspenziya qatlamiga bog'liqdir, u 30-80 mm ni tashkil etadi.

Separator vannasida dastlabki mahsulot suspenziyada qalqib chiquvchi (yengil mahsulot) va cho'kuvchi (og'ir mahsulot) fraksiyaga ajraladi. Qalqib chiqqan fraksiyaning vanna bo'ylab siljishi tashish oqimi bilan, tushirish esa parrakli mexanizm bilan amalga oshiriladi. Cho'kadigan mahsulot vanna tubiga cho'kadi va elevator barabani cho'michi yordamida uning aylanishida separatordan tushiriladi.

6.8-§. Qiya tekislik bo'ylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida boyitish

Qiya tekislik bo'ylab suv oqimi bilan tashiladigan mineral zarralar harakatning murakkab trayektoriyasiga ega. Ular sirpanadi va qiya tekislikda dumalaydi, girdobli oqimlarga tutiladi va suv oqimi bilan birga ko'chadi, so'ngra yana pastga tushadi.

Qiya tekislik bo'ylab oqayotgan suv oqimida bo'lgan m massali mineral zarraga quyidagi kuchlar ta'sir etadi (87-rasm).

Pastga vertikal yo'nalgan G_0 suvdagi zarralar og'irlik kuchi

$$G_0 = mg_0 \quad (6.32)$$

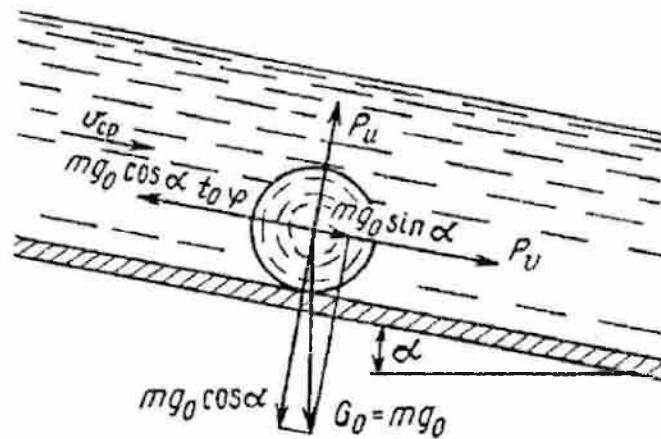
bunda, g_0 - erkin tushish tezlashuvi.

Zarra harakati yo'nalishidagi R_v suv oqimining dinamik bosimi kuchi

$$P_v = \psi (v_{sr} - v)^2 d^2 \Delta$$

$$P_v = \psi (v_{sr} - v)^2 d^2 \Delta \quad P_v = \psi (v_{sr} - v)^2 d^2 \Delta \quad (6.33)$$

bunda ψ - qarshilik kuchi; v_{sr} - zarra markazi darajasida (sathida) suv harakatining o'rtacha tezligi; v - zarralar harakati tezligi; d - zarra diametri; Δ - suv zichligi.



87-rasm. Suvning qiya tekislik bo'ylab joriy oqimda bo'lgan jismga ta'sir etuvchi kuchlar.

Girdobli tartibda yuzaga keladigan va yuqoriga yo'naltirilgan R_i tezlikning vertikal tashkil etuvchining dinamik ta'sir kuchi quyidagini tashkil etadi

$$P_u = \psi - u_{sr}^2 d^2 \Delta \quad (6.34)$$

bunda, u_{sr} – tezlikning o'rtacha vertikal tashkil etuvchisi.

Zarra harakatiga teskari tomonga yo'naltirilgan T ishqalanish kuchi

$$T = (mg_0 \cos \alpha - P_u) f = (mg_0 \cos \alpha - \psi u_{sr}^2 d^2 \Delta) f \quad (6.35)$$

bunda, f – ishqalanish koeffitsienti.

Zarra harakatining differensial tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega

$$m \frac{dv}{dt} = mg_0 \sin \alpha + \psi (v_{sr} - v)^2 d^2 \Delta - f (mg_0 \cos \alpha - \psi u_{sr}^2 d^2 \Delta) \quad (6.36)$$

Zarra tomonidan doimiy tezligiga erishishda unga ta'sir etuvchi kuchlar tenglashadi, ya'ni,

$$mg_0 \sin \alpha + \psi (v_{sr} - v)^2 d^2 \Delta = (mg_0 \cos \alpha - \psi u_{sr}^2 d^2 \Delta) f \quad (6.37)$$

(6.37.) tenglikdan zarra harakati tezligi aniqlanadi

$$v = v_{sr} - \sqrt{mg_0 (f \cos \alpha - \sin \alpha) / (\psi d^2 \Delta - u_{sr}^2 f)} \quad (6.38)$$

$mg_0 / (\psi d^2 \Delta)$ ifoda v_0^2 zarraning erkin tushishi oxirgi tezligining kvadratidan iborat. Unda mineral zarra harakati tezligi quyidagicha bo'ladi

$$v = v_{sr} - \sqrt{v_0^2 (f \cos \alpha - \sin \alpha) - u_{sr}^2 f} \quad (6.39)$$

(6.39) tenglamadan ko'rinib turibdiki, $v_0 > u_{sr}$ bo'lganda zarra sirpanishi mumkin; $v_0 < u_{sr}$ bo'lganda zarra suv oqimida suzib yurgan bo'ladi.

Mineral zarra v_s sirpanish bilan harakat qila boshlagan suv oqimi tezligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$v = \sqrt{v_0^2 (f \cos \alpha - \sin \alpha) - u_{sr}^2 f} \quad (6.40)$$

α oqim tekisligi qiyaligining kichik burchaklarida $\sin \alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$ qabul qilish mumkin va agar qiymati juda kichik bo'lgan i_{sr} kattalikka (miqdorga) ahamiyat berilmasa, unda zarra harakati tezligi muhit harakati tezligi bilan zarra erkin tushishining oxirgi tezligi ayirmasi bilan aniqlanadi.

$$v = v_{sr} - v_0 \sqrt{f} \quad (6.41)$$

$v_{sr} > v_0 \sqrt{f}$ bo'lganda, zarra suv oqimi bilan siljiydi, $v_{sr} < v_0 \sqrt{f}$ bo'lganda zarra siljimaydi. Bundan kelib chiqadiki, v zarra bo'ylama siljishi tezligi qancha katta bo'lsa, v_0 shuncha kichik, ya'ni, zarra o'lchami va zichligi shuncha kam bo'ladi. Shunday qilib, mayda va yengil zarralar qiya tekislik bo'ylab suvli oqim bilan yirik va og'ir zarralarga qaraganda katta tezlikda siljiydi.

Shlyuzlardagi oqimning o'rtacha tezligida zarralar harakati tezliklari va yuvuvchi tezliklarini hisoblashlar 0,83; 1,67; va 2,5 m/sek shuni ko'rsatdiki, kvars zarralari 0,5-5 mm yiriklikda, kasseteritniki – 0,2-1 mm va oltinniki – 0,1-0,2 mm gacha yiriklikda o'lchanadi.

Yuvuvchi novlarda 1,25 va 1,5 m/sek ga teng bo'lgan oqimlarning o'rtacha tezliklarida yirik ko'mir uchun, ko'mir zarrasi 2,4 mm gacha, antrasitniki – 2-3 mm gacha va jinslarniki – 1 mm gacha yiriklikda o'lchanadi.

Yuvuvchi novlarda 0,6 va 1,25 m/sek ga teng bo'lgan oqimlarning o'rtacha tezliklarida yirik ko'mir uchun, ko'mir zarrasi 0,7-1,5 mm gacha, antrasitniki – 0,5-1,2 mm gacha va jinslarniki – 0,3-1 mm gacha yiriklikda o'lchanadi.

Qalinligi kam suyuqliklar oqimida zarralarning ajralishi konsentratsiya stollarida, shlyuzlarda, novlarda va vintli separatorlarda amalga oshiriladi.

6.9-§. Konsentratsiya stollarida boyitish. Konsentratsiya stolining asosiy parametrlari va ishlash tartibi

Konsentratsiya stollarida boyitish - suv harakati yo'nalishiga perpendikulyar gorizont tekislikda qaytma-ilgarilanma harakatni amalga oshiruvchi suvning yupqa qatlamida gravitatsiyali boyitish jarayoni.

Konsentratsiya stoli (88-rasm) trapetsiyasimon shaklning tekis yuzasidan – tor taram-taram chiziqli dekadani iborat. Dekalar

yog'ochdan yoki aluminiydan tayyorlanadi va linoleum bilan (poliuretan bilan) va b.lar bilan qoplanadi. Dekaning ko'ndalang yo'nalishda $1-10^\circ$ burchak ostida o'rnatiladi va u yuritma ta'siri ostida gorizontalk tekislikda assimetrik qaytma-ilgarilanma harakatni amalga oshiradi [10].

Dekaning barcha maydoni bo'ylab ko'ndalang yo'nalishda suvning yuqqa oqimi beriladi.

Bo'tana ko'rinishidagi ta'minlash tushirish lotoki orqali stolning yuqori burchagiga beriladi.

Stol dekasiga tushadigan minerallar zarralari ikkita asosiy kuchlar ta'siriga uchraydi: dekaga ko'ndalang yo'naltirilgan suvning yuvish oqimi ta'siri kuchlari va dekaning qaytma-ilgarilanma harakatida yuzaga keladigan va dekaning bo'ylamasiga yo'naltirilgan zarralar inersiyasi kuchlari.

Dekaning ko'ndalang yo'nalishidagi zarralar harakati tezligi u suv oqimi ta'siri ostida (6.41) nisbat bilan aniqlanadi va zarralar zichligi hamda o'lchami qancha kichik bo'lsa, u shuncha yuqori bo'ladi.

$$v = v_{sr} - u_0 \sqrt{f} \tag{6.42}$$

Shunga ko'ra, mayda va yengil zarralar yirik va og'irlarga qaraganda katta tezlik bilan stol dekasining ko'ndalang yo'nalishida siljiy boshlaydi

Stol dekasining bo'ylama yo'nalishida mineral zarralari harakati tezligi C inersiya kuchlari va ishqalanish kuchi nisbati bilan aniqlanadi. Zarra stol dekasi oqimida harakatlana boshlanadigan inersiya kuchining kritik tezlashishi α_0 quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$\alpha_0 = G_0 f / m \tag{6.43}$$

bunda, G_0 - suvda zarralar og'irlik kuchi (og'irligi),
 f - ishqalanish koeffitsiyenti; m - zarralar massasi.

Sharsimon zarralar uchun

$G_0 = \pi d^3 (\rho_T - \rho_B) / G_0$ va $m = \pi d^3 \rho_T / G_0$ qabul qilib,

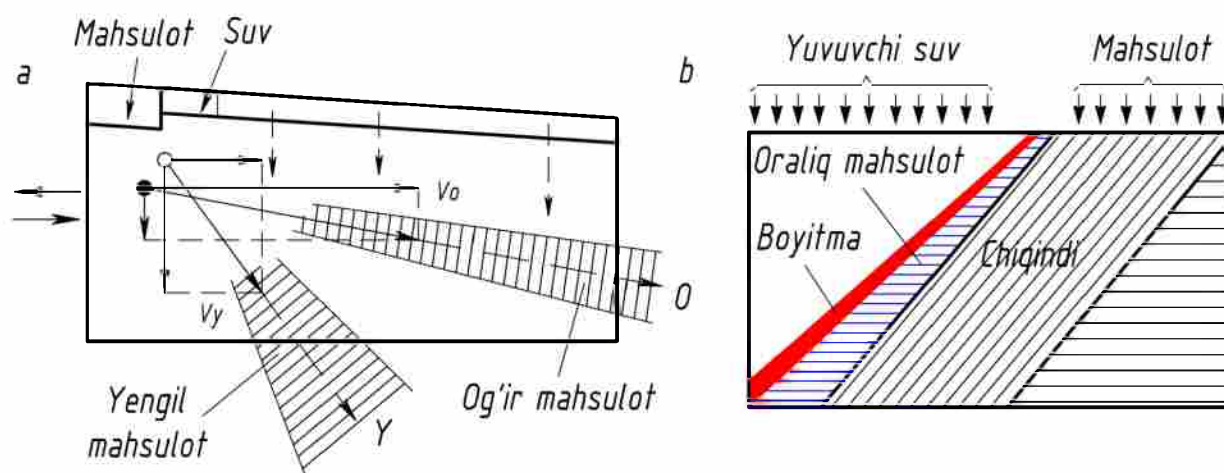
$$\alpha_0 = (\rho_T - \rho_0) g f / \rho_T \quad (6.44)$$

olinadi.

Shunday qilib, zarralarning kritik tezlashishi uning zichligiga va ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqdir.

Shunga ko'ra, og'ir zarralar stol dekasi bo'ylama yo'nalishida yengil zarralarga qaraganda katta tezlik bilan siljiydi.

Bayon etilganlarga muvofiq, yengil (V_y, Y) va og'ir (V_o, O) minerallar zarralarining stol yuzasida harakatlanish sxemasi (88-rasm).



88-rasm. Bir xil o'lchamli, lekin turli zichlikdagi zarralar harakati sxemasi (a) va stol dekasiida boyitish mahsulotlari taqsimlanishi (b)

Yengil va og'ir zarralarning natijaviy tezliklari ularning turli traektoriyalar bo'ylab harakatini va turli nuqtalarda stol dekasiiga to'g'ri kelishini (bir xilligini) ta'minlaydi [2].

Barcha ko‘rinishlar natijasida stol dekasida “mahsulotlar yelpig‘ichi” hosil bo‘ladi (88, b-rasmga qarang). Dekaning old qismida eng og‘ir minerallar zarralari to‘planadi, deka oxirida eng yengil minerallar zarralari to‘planadi, ular o‘rtasida esa oraliqdagi zichlik zarralari (hosilalar) to‘planadi.

Konsentratsiya stolida zarrali material ajralishi jarayoni yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi, bu zarralarning zichligiga, yirikligiga, shakllariga, suv oqimi gidrodinamikasiga, deka harakati o‘lchamlariga, segregatsiya hodisalariga va b.larga bog‘liq.

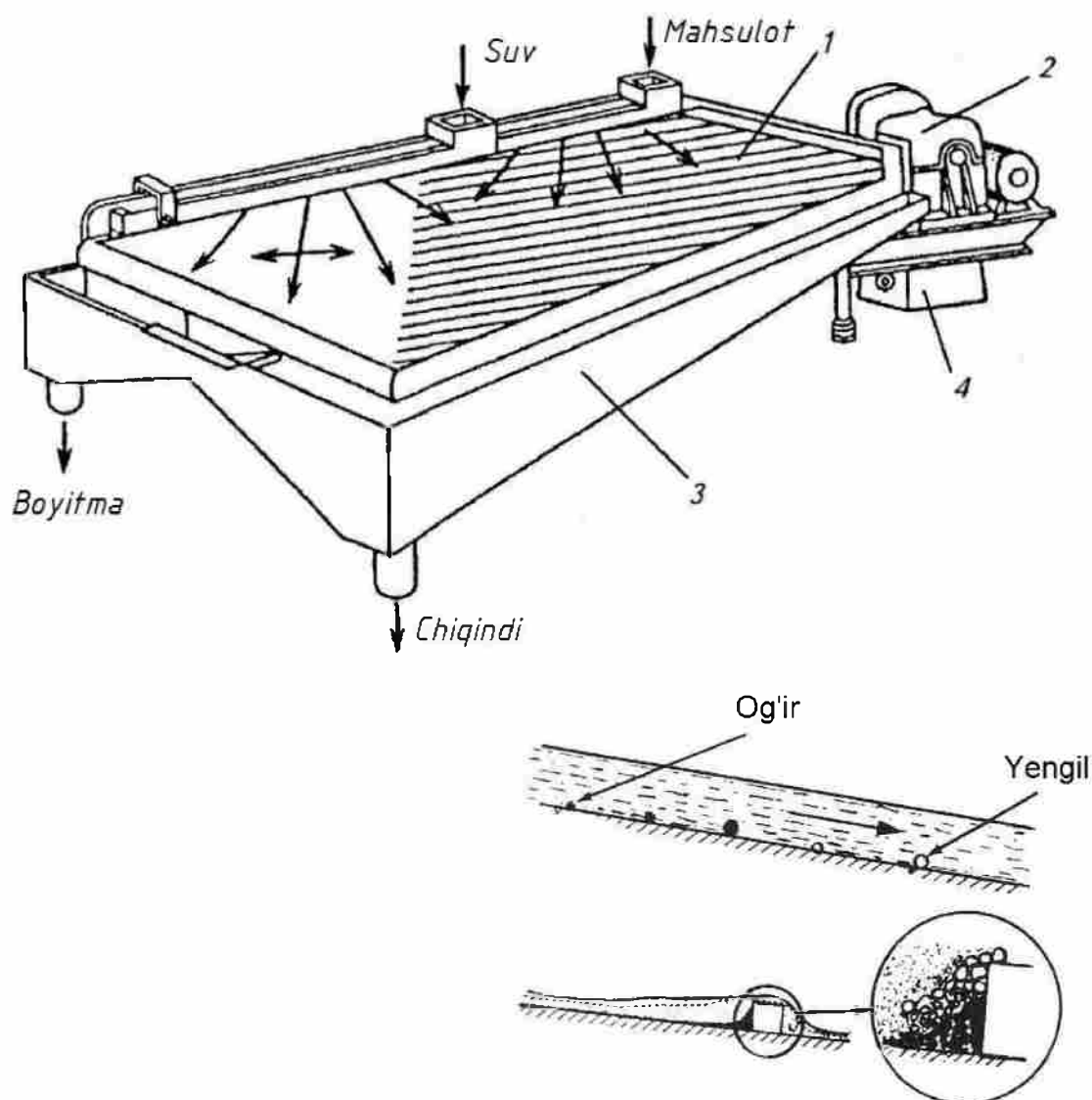
Konsentratsiya stolida ajraladigan zarralar yirikligi ko‘lami rudalar uchun 0,04 dan 3,0 mm.ni va ko‘mir uchun 0,1 dan 0 mm gachani tashkil etadi.

Konsentratsiya stoli – gravitatsiyali boyitish separatori, unda minerallar zarralari ajralishi yo‘naltirilgan tebranishlarni amalga oshiruvchi taram-taram chiziqlar (rifellar) bilan deka bo‘ylab yupqa qavatli harakatlanuvchi suyuqlikda amalga oshiriladi.

Konsentratsiya stolining asosiy qismlariga har qanday tuzilmalar kiradi: deka 1, yuritmal mexanizm 2; tayanch qurilma 3 va deka qiyaligini boshqarish mexanizmi 4 (89-rasm) [4].

Stollar dekalar soni va shkalasi, yuritma tuzilishi, dekalar tebranishi chastotasi va amplitudasi, taramlanish tizimi va boshqa belgilar bilan farq qiladi.

Texnologik belgilar bo‘yicha stollar qumli (-3+0,2 mm yiriklikdagi rudalarni boyitish uchun) va shlamli (-0,2+0,4 mm yiriklikdagi mahsulotlarni boyitish uchun) tasniflanadi. Tuzilish belgilari bo‘yicha quyidagilarga bo‘linadi: to‘g‘ri burchakli dekali stollar –tayanch (SKO-1-7,5); diagonal dekali stollar –tayanchli (SKO-0,5; SKO-2; SKO-7,5; SKO-15; SKO-22; SKO-30; SKO-37; SKO-45). Qumli va shlamli stollar dekalar taramlanishi tuzilishi bilan farqlanadi.



89-rasm. Konsentratsiya stoli.

Asosiy tuzilishli belgilari bo'yicha konsentratsiya stollari tasnifi va ularning qo'llanish sohasi 9-jadvalda berilgan.

Konsentratsiya stollari qalayli, volframli, noyob metalli rudalarni (-3 mm yiriklikdagi sinf uchun) birlamchi gravitatsiyali boyitish sxemalarida, shuningdek, oltin tarkibli rudalar, titanosirkoniyli qumlar va boyitishda hamda konsentratlarni me'yoriga yetkazish sxemalarida va b.larda tarqalgan.

Dastlabki mahsulotdan -0,04 (0,02) mayda sinflining oldindan ajralishi uni tayyorlashning majburiy operatsiyasi hisoblanadi, chunki shlamlar boyitishni qiyinlashtiradi, ushbu sinfda mavjud

bo'lgan og'ir komponentning mayda zarralari konsentratsiya stollarida deyarli ajratib olinmaydi.

- 3(2) +0,04 mm yiriklikdagi material konsentratsiya stollarida boyitishdan oldin sinflarga ajratiladi va har bir sinf alohida o'zining maqbul tartibida boyitiladi. Materialni bunday tayyorlash konsentratsiya stollarining umumiy unumdorligi oshishini va texnologik ko'rsatkichlar yaxshilanishini ta'minlaydi.

Materialni yirikligi bo'yicha sinflarga ajratish gidravlik tasniflash bilan yoki g'alvirlarda elash bilan amalga oshirilishi mumkin. Shlamsizlantirish gidrosiklonlarda o'tkaziladi.

- 3(2) +0,04 mm yiriklikdagi keng tasniflangan materialni konsentratsiya stollarida boyitish faqat iqtisodiy mo'ljallar bo'yicha boyitishning nisbatan uncha yuqori bo'lmagan samaradorligi bo'lganda yoki materialda hosilalar bo'lmaganda, og'ir zarralar yirikligi esa yengil zarralar yirikligidan jiddiy farq qilgan holatlardagina mumkindir [11].

Yurishlar soni ortishida deka yurishi uzunligi kamayishi lozim. Stol yurishlari soni yuritmalı elektrodvigatel valiga shkiv diametri o'zgarishi bilan boshqariladi.

Material yirikligiga bog'liq holda, konsentratsiya stollarini boshqarish o'lchamlari qiymatlari pastda keltirilgan.

Ruda yirikligi, mm.....	-3+1	-1+0,2	-0,2
Deka tebranishlari chastotasi, daq ⁻¹	280-230	230-290	350-320
Deka yurishi uzunligi, mm.....	20-26	16-20	16-15
Ko'ndalang kren burchagi, gradus.....	6-10	2-6	0-2

Odatda, sochilmali konlardagi qimmatbaho minerallari bo'lmagan, yirik fraksiyalardan oldindan shlamsizlantirilgan va elangan qumlarni boyitish konsentratsiya stollarida samarali o'tadi.

9-jadval.

Konsentratsiya stollari tasnifi va qo'llanish sohasi

Deka turi va soni	O'rnatish usuli	Deka harakati xususiyati	Yuritmali mexanizm turi	Stolning vazifasi	Stollar markasi	
					Mamlakatimizdagi	Xorijdagi
Trapetsiyasimon yoki diagonal dekali bir dekalilar	Pastdan tayanchlarga	Deka tekisligida qaytma-ilgarilama	Kulachokli-richaglyoki inersiyali	Qum va shlamlarni boyitish (qumli va shlamli)	SKM-1	"Deyster"Deyster-Overstrom" "Dester-Plat-O" "Xolman" "Vedag" (qumli)
Trapetsiyasimon yoki to'g'ri burchakli dekali bir dekalilar	Pastdan tayanchlarga yoki resorlarga	Deka tekisligiga burchak ostida qaytma-ilgarilama	Krivosh ip shatunlyoki inersiyali	Qumlar ni boyitish (qumli)	-	"Gruzonverk" "Gumbold" "Velag" (shlamli) "Osukka"
Diagonal dekali ko'p dekali	Osmalar da	Deka tekisligida qaytma-ilgarilama	Inersiyali	Qumlar va shlamlarni boyitish (qumli va shlamli)	SK-22, SK-15	"Konsenko-666"
Diagonal dekali bir dekali	Pastdan tayanchlarga	Deka tekisligida qaytma-ilgarilama	Inersiyali	Shlamlarni boyitish (shlamli)	SKOSh-7,5	Xolman

Bir dekali	Pastdan tayanchlarga	Dekatekisligida qaytma - ilgari lanma	Inersiyali	Qum va Shlam-lar-ni boyitish (qumli va Shlam-li)	SKO-0,5; -7,5; -15; -22; -30 -37; -45	-
Diagonal dekali ko'p dekali	Pastdan tayanchlarga	Dekatekisligida qaytma -ilgari lanma	Inersiyali	Qumlar ni boyitish (qumli)	YaSK-1	-
To'g'ri burchakli dekali uch yarusli	Pastdan tayanchlarga	Dekatekisligida qaytma -ilgari lanma	Kulachokli-richagli	Qumlar ni boyitish (qumli)	YaSK-1	-

6.10-§. Shlyuzlarda boyitish

Shlyuzlarda boyitish – gravitatsiyali boyitish jarayoni, bunda zarralar ajralishi tubi g'adir-budir yoki silliq qoplamali bo'lgan qiya nov bo'ylab harakatlanadigan suyuqlik qatlamida amalga oshiriladi.

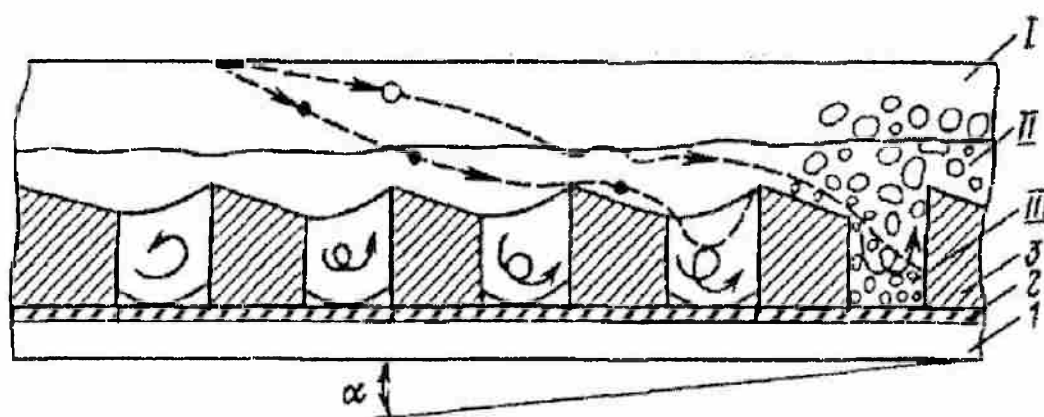
Shlyuz- bu gravitatsiyali boyitish uchun separator, unda zarralar ajralishi tubiga trafaretlar yoki g'adir-budir materialdan qoplama (kigiz, dag'al junli movut, taramlangan rezina va b.) yotqiziladigan parallel yon tomonlar bilan qiya nov bo'ylab harakatlanayotgan suyuqlik qatlamida amalga oshiriladi (90-rasm).

Shlyuzlarda oltin, volfram, qalay va noyob metallarning sochma konlar rudalari boyitiladi.

Bo'tana S:Q kamida (5-6) :1 suyultirishda ishlashga tayyorlangan shlyuzning yuqori qismiga beriladi [10].

Shlyuz bo'ylab bo'tana harakatlanishida mineral aralashmaning zarralar yirikligi va zichligi bo'yicha ajralishi sodir bo'ladi. Avval shlyuz tubiga og'ir minerallar zarralari cho'kadi, ular trafaretlar o'rtasida to'planadi yoki qoplamaning g'adir-budir yuzasi tomonidan tutib qolinadi, eng yirik shag'allar va xarsanglar oqim bilan birga oqib ketadi va shlyuz osti bo'ylab dumalaydi. Yengil minerallar zarralari va shlamlar ham ular bilan birga ketadi.

Tutib qoluvchi qoplamali konsentratsion shlyuzlar ishlashi davriyligi bilan tavsiflanadi.



90-rasm. Konsentratsion shlyuzda zarralar ajralishi sxemasi:

I – muallaq zarralar qatlami; II – birlamchi konsentratsiya qatlami;

III – oxirgi konsentratsiya qatlami; 1 – ost; 2 – mat (to'shak);

3 – trafaret.

Og'ir minerallar to'planish o'lchamiga ko'ra, trafaretlar o'rtasidagi oraliq ular bilan to'liq to'ladi va shlyuzga ta'minot berish to'xtaydi. So'ngra shlyuzni chayqash bilan cho'kma olinadi. Tukli gazlamani chayqash uni olib va maxsus bakda yuvish yo'li bilan bajariladi. Cho'kmani olish operatsiyasi juda sermehnat hisoblanadi va yangi tuzilmali shlyuzlarda bu avtomatlashtirilgan. Boyitma olingach, shlyuz qaytadan armaturalanadi va ishga tushiriladi.

Boyitma chiqishi foizning o'n va yuz ulushini tashkil etadi. Kam qiymat sochma materiallarni boyitishga qo'llaniladigan shlyuz boyitmaning yuqori darajasi bilan tavsiflanadi.

20 mm.dan yirikroq materialga ishlov berish uchun chuqur to'ldirilishli shlyuzlar va 20 mm.dan kam bo'lgan materialni boyitish uchun kam to'ldirilishli shlyuzlar mavjuddir.

Chuqur to'ldirilishli shlyuzlar 40-50 mm qalinlikdagi taxtadan tayyorlangan to'g'ri burchakli kesimdagi novdan iborat. Shlyuzlar uzunligi 150-180 m yetadi, kengligi 0,9 dan 1,8 m.gacha o'zgarib turadi, balandligi (chuqurligi) esa 0,75 dan 0,9 m.gacha. Shlyuz qiyalik burchagi 2-3° ni tashkil etadi. Shlyuz tubiga trafaretlar yotqiziladi. Trafaretlar o'rtasiga cho'kkan mayda og'ir minerallarni tutib qolish uchun shlyuzning butun tubi bo'ylab trafaretlar ostiga tukli gazlama to'shaladi.

Kam to'ldirilishli shlyuzlar yupqa zarrali materialni boyitish uchun qo'llaniladi. Bunday shlyuzlar tubiga tukli, g'adir-budir qoplamalar – kigiz, dag'al junli movut, taramli rezina, kord, chiyduxoba to'shaladi.

Hozirgi vaqtda yupqa zarrali materialni boyitish uchun quyidagi turdagi tukli qoplamali shlyuzlardan foydalaniladi: ag'darma dekali ko'chmas, lentali qo'zg'aluvchan, ko'p dekali va vintli avtomatik.

Ko'chmas shlyuzlar unumdorligi yuqori bo'lmagan fabrikalarda qo'llaniladi. Ular linoleum yoki listli metall qoplamali uncha yuqori bo'lmagan yon tomonli kuchsiz qiya yog'och tekislik ko'rinishida tayyorlanadi va ustunga mahkamlanadi. Shlyuzlar mahkamlangan va olinadigan tukli qoplamali bo'ladi. Birinchi holatda shlyuzni chayqash kuchli suv oqimi bilan amalga oshiriladi, ikkinchisida tukli qoplama olinadi va maxsus idishda yuviladi.

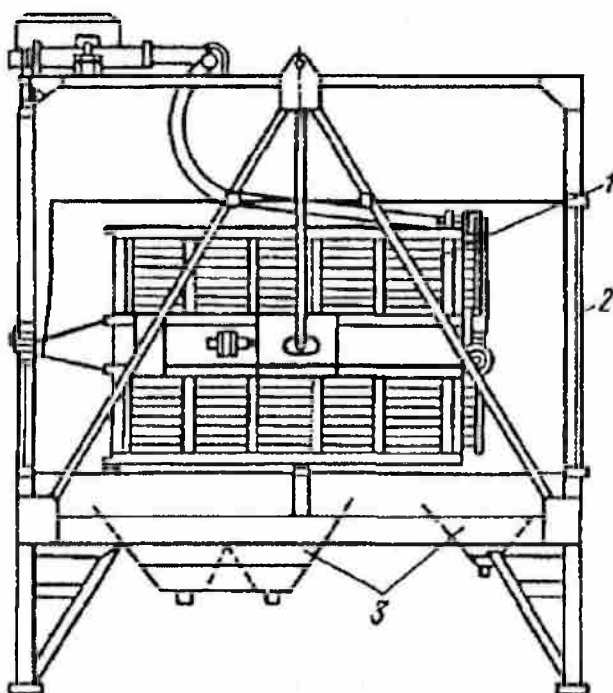
Mahkamlangan qoplamali *ag'darmali shlyuzlar* boyitmani bo'shatish vaqtida 45-60° burchak ostida aylantiriladi va boyitma suv oqimi yordamida yuvib tushuriladi, boyitmani olish to'liq mexanizatsiyalashtirilgan.

Tasmali (lentali) shlyuzlar oltin, platina va qalay tarkibli shlamli mahsulotlarni boyitish uchun qo'llaniladi, ularda boyitmani olish to'liq mexanizatsiyalashtirilgan.

Avtomatik ko'p dekali shlyuzlar tuzilishi bo'yicha eng takomillashgan uskuna.

(91-rasmda) 40 dekali "Bartlez-Mozli" avtomatik shlyuzi berilgan, uning dekalari 20 ta dekadani ikkita paketga guruhlangan. Paketlar o'rtasidagi oraliqqa shlyuz yuritmasi joylashgan.

1,3 x 1,5 m o'lchamli dekalari shisha tolasidan tayyorlangan va 1-3° burchak ostida erkin ilingan ikkita stellaj ko'rinishida joylashgan. Shlyuzlash davrida dekalari orbital harakatni amalga oshiradi. Dekalar chayqalishi amplitudasi 4,8-6,4 mm ga teng.



91-rasm. "Bartlez-Mozli" orbital shlyuzi:

1-dekalari; 2-rama; 3- boyitish mahsulotlarini qabul qilgich.

Bo'tana barcha 40 deka bo'ylab bir tekisda taqsimlanadi. Ta'minlashni va shlyuzlashni berish davomiyligi 35 daqiqaga yaqinni tashkil etadi. Tushirish oxirida dekalari 45° gacha qiya bo'ladi va ularni suv bilan yuvish amalga oshiriladi. Yuvishdan so'ng shlyuz avtomatik tarzda dastlabki holatiga qaytadi va uning ishlash davri takrorlanadi. "Bartlez-Mozli" shlyuzlari shlamlarni boyitishning yaxshi natijalarini ta'minlaydi. Ularda 20 mkm gacha kassiterit zarralari ajratib olinadi. 3÷5 boyitma darajasida -0,074 mm sinfnig 95% gacha yiriklikdagi mahsulotlaridan qalayni

ajratib olish 70% tashkil etadi. Shlyuz unumdorligi 2-2,5 t/s tashkil etadi.

Dekaning 1m² maydoniga solishtirma unumdorlik ko'p emas (0,03t/(s·m²), lekin, yengil dekalarning qavatli tuzilishi 1m² egallangan maydonga yuqori solishtirma unumdorlik olish imkonini beradi.

Solishtirma unumdorlikning bu darajasi xuddi shunday materialda ishlovchi shlamli stollardan yuqoridir.

Shlyuzlarning asosiy texnologik o'lchamlari quyidagilar hisoblanadi: bo'tanada qattiqlik miqdori; oqim chuqurligi; shlyuz qiyalik burchagi; ost yuzasi turi; shlyuz uzunligi. Bu o'lchamlar boyitiladigan material xossalariga bog'liq holda tanlanadi va rudani boyitish ko'rsatkichlarini – unumdorlik, ajratib olish va boyitma sifatini belgilaydi.

Shlyuzning turli qiyaliklarida S:Q ning eng kam nisbati quyidagi ma'lumotlar bilan tavsiflanadi.

Shlyuz qiyaligi	0,05	0,08	0,11	0,15
S:Q eng kam mumkinligi ..	15,5	9,4	6,5	4,5

Shlyuzlarda boyitishda *suv sarfi* keng chegaralarda o'zgaradi. Mayda materialni boyitishda va shlyuzning katta qiyaligida suv sarfi rudaga 3 m³- 10 m³, yirikligi 200-300 mm rudani boyitishda suv sarfi keskin oshadi - 1m³ rudaga 100 m³ gacha.

Oqim chuqurligi boyitiladigan material yirikligiga bog'liq holda aniqlanadi.

Boyitmani *olish chastotasi* ("to'shamani almashtirish") tutib qolinadigan metall miqdoriga, trafaretlar o'rtasidagi to'shama hajmiga bog'liq va har bir aniq holat uchun tajribali belgilanadi.

Yumshoq tutib qoluvchi qoplamali mayda materialda ishlovchi *shlyuzlar unumdorligi* 0,1 -0,3 m³/(m²·s), maxsus qoplamasiz esa - 0,1m³ /(m²·s) kamni tashkil etadi. Eng yengil minerallarni (kassiterit, volframit) ajratib oluvchi shlyuzlar unumdorligi ko'rsatilganlar bilan taqqoslaganda 2-3 martaga kamayadi.

Boyitishdan oldin shlyuzlarga ajratuvchi uskunalar va g'alvirlar o'rnatiladi. Ayrim holatlarda ajratish va elash bitta uskunaga – dragali bochkaga, skrubber-butarga birlashtiriladi.

6.11-§. Vintli separatorlarda boyitish

Vintli separator – bu gravitatsiyali boyitish separatori, bunda zarralarning ajralishi vertikal o'qli vintli nov bo'ylab harakatlanadigan suyuqlikda amalga oshiriladi (92-rasm). Bo'tana novning yuqori qismiga beriladi va og'irlik kuchi ta'siri ostida nov bo'ylab yupqa qatlam (6-15 mm) ko'rinishida pastga oqadi [6].

Vintli separator novi bo'ylab harakatlanishda zarralar ularning gidravlik yirikligiga muvofiq, oqim chuqurligi bo'ylab taqsimlanadi. Bir vaqtning o'zida suvning aylanuvchi ta'siri, markazdan qochirma va gravitatsiya kuchlari ostida zarralarning ko'ndalang yo'nalishda siljishi sodir bo'ladi: yuqori qatlamlarda joylashgan gidravlik yirikligi kam zarralar (yengil minerallar zarralari ko'proq) tashqi yon tomonga kiradi, pastki qatlamlarda joylashganlar esa (og'ir minerallar zarralari va yiriklari – yengillarniki) ichki yon tomonga kiradi.

Zarralarning ko'ndalang taqsimlanishi natijasida oqimning alohida qatlamlari (boyitma, sanoat mahsuloti, chiqindilar) shakllanadi, ular o'rnashuvchanlik harakatiga ega bo'ladi.

Zarralarning asosiy qayta taqsimlanishi taxminan ikkita yoki uchta o'ram o'tgach tugaydi, undan so'ng zarralar separator o'qidan doimiy masofalarda harakatlanadi.

Boyitish mahsulotlarini chiqarish mamlakatimiz tuzilmasidagi separatorlarda so'nggi o'ram oxiriga o'rnatilgan keskichlar bilan, xoriyda esa – novning har bir o'ramida (har bir o'ramda uchta keskichgacha) amalga oshiriladi.

Vintli separatorlar ishlashining **texnologik parametrlari** quyidagilar hisoblanadi: yiriklik; ta'minlashda minerallar zarralari

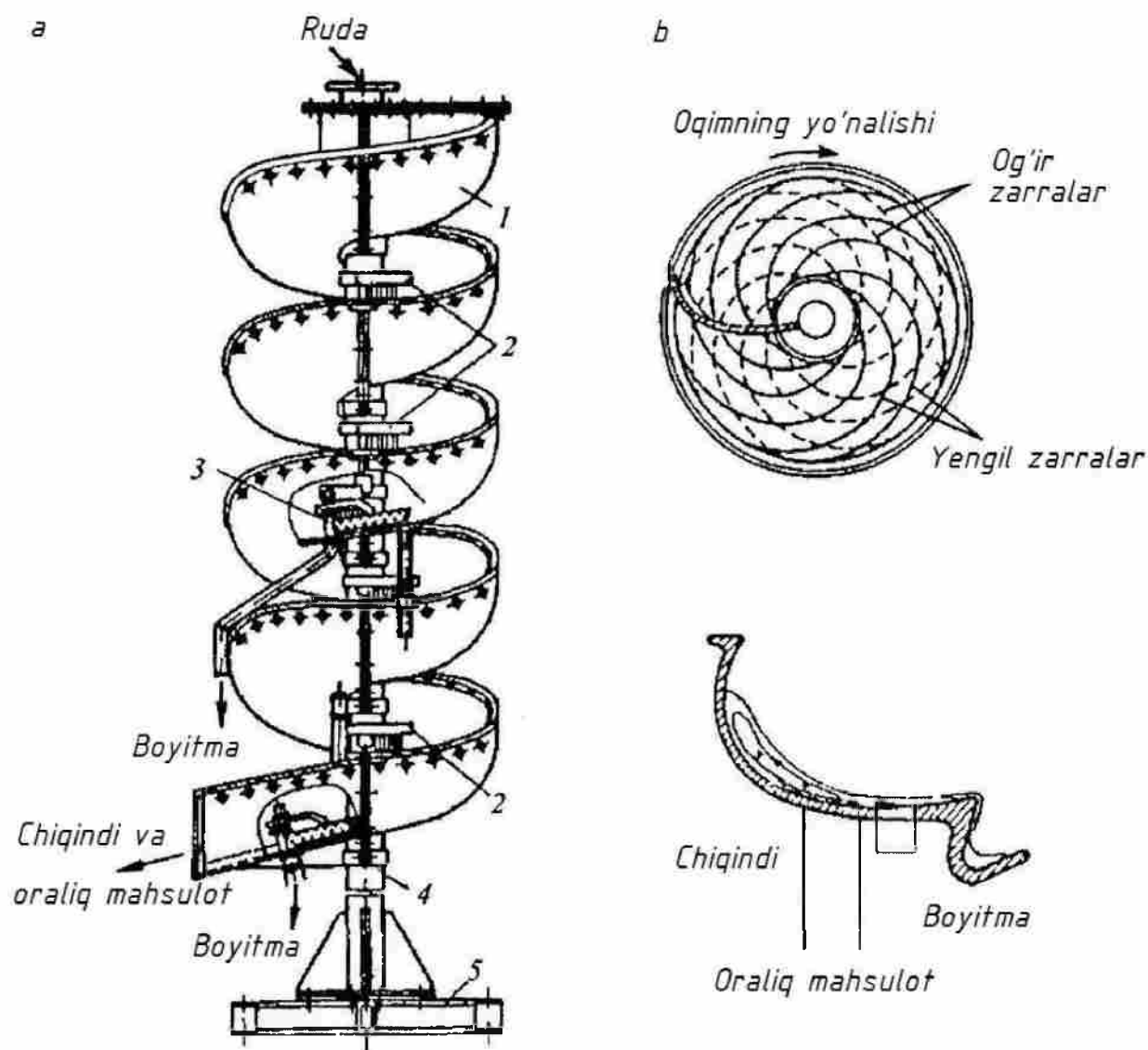
zichligi va shakli; boyitishdan oldin rudani tayyorlash; ta'minlashda qattiqlik miqdori; yuvadigan suv miqdori va unumdorlik.

Vintli separatorida boyitishda *ta'minlash zarralari yirikligi va zichligi* ko'ndalang yo'nalishda zarralarga ta'sir etuvchi kuchlar nisbati bilan belgilanadi va ularning zichligiga bog'liqdir. Kvars zarralari yirikligining yuqori chegarasi 12 mm ga yetadi, og'ir minerallar zarralari ($\rho_t = 4 \div 7 \text{ g/sm}^3$), odatda, 2-3 mm.

Boyitmaga ajratib olinadigan zarralar yirikligining pastki chegarasi o'lchash va separator novidagi oqim qalinligi bo'yicha taqsimlash sharoitlari bilan belgilanadi hamda kvars bo'yicha 0,07 teng. Zichligi katta minerallar zarralari uchun u mos ravishda pastdir.

Zarralar shakli sferiklik koeffitsienti bilan aniqlanadi, qaysiki ortishi bilan vintli separator boyitmasida zarralarni ajratib olish kamayadi. Bo'sh jinslar zarralari sferiklikning yuqori koeffitsientiga (dumaloq zarralar), foydali minerallar zarralari esa past koeffitsientga (tekis zarralar) ega bo'lgan holatlar boyitish uchun eng maqbul hisoblanadi.

Sochmali qumlarni boyitishda ta'minlashdagi *qattiqlik miqdori*, odatda, 15-25 % (masasi bo'yicha) chegaralarda saqlanadi. Tub kon rudalarni, masalan, temir rudalarini boyitishda u yuqori bo'ladi va separatsiyaning asosiy operatsiyalarida qattiqlikning 30-10 % ni tashkil etadi. Bo'tananing ko'rsatilgan chegaralardan oshgan zichligida uning qovushqoqligi oshadi, natijada og'ir minerallar zarralari ajralishi sekinlashadi. Ta'minlashda qattiqlikning eng kam mumkin bo'lgan miqdori 6-8 % tashkil etadi.



92-rasm. Zarralar harakatini ko'rsatuvchi vintli separator (a) va vintli separator novining ko'ndalang kesimi (b):

1 – vintli nov; 2 – suv taqsimlaydigan korobkalar; 3 – kesgich; 4 – tayanch quvur (kolonna); 5 – tayanch rama.

Yuvadigan suv sarfi material konsentratsiyasi darajasiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

Odatda, 600 mm diametrli bitta nov uchun yuvadigan suv sarfi 0,3-0,6 l/sek ni tashkil etadi. Yuvadigan suvning ortiqcha sarflanishida bo'tananing asosiy oqimiga og'ir minerallar zarralarining chiqishi sodir bo'ladi, kam sarflanishida boyitmaga bo'sh jinslar zarralari tushadi.

Vintli separatorlar *unumdorligi* Q spiral diametriga, novlar soniga, boyitiladigan xomashyoning modda tarkibiga va yirikligiga bog'liq, masalan, 600 mm diametrli bir novli separator uchun -0,3 (0,2)-0 mm yiriklikdagi temir rudalarini boyitishda 1-1,4 t/s ni tashkil etadi.

Boyitishdan oldin *materialni tayyorlash* uni yiriklik va shlamsizlantirish sinflariga tasnifidan (yoki elashdan) iborat.

Vintli separatorlar o'ramlarning boshqariladigan va boshqarilmaydigan o'lchami bilan tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda mamlakatimiz amaliyotida silumindan yoki armoementdan qilish bilan tayyorlanadigan o'ramlar qadami boshqarilmaydigan separatorlar ishlab chiqarilmoqda.

Vintli separatorlar ishlashiga ta'sir qiladigan asosiy tuzilmali o'lchamlarga quyidagilar kiradi: vintli nov diametri, uning ko'ndalang kesimi yon tomoni, o'ram soni, keskichlar soni va ularni o'rnatish joyi.

Vintli nov *diametri* separator o'lchamini belgilaydi. Separator diametrini tanlash ajratiladigan material qattiqligi, yirikligi va zichligi bo'yicha berilgan unumdorlikka bog'liqdir. Amaliyotda qo'llaniladigan vintli separatorlar 600-2000 mm diametrli novga ega.

Novning o'ramlari soni ajratiladigan materialning fizikaviy xossalariga bog'liq. U ajratiladigan material va ularning yirikligi zichliklaridagi tafovut kamayishi bilan ortib boradi. Sanoat separatorlarida nov o'ramlari soni 4-6 tashkil etadi.

Vintli nov odimi doimiy diametrda novning gorizontal tekislikka qiyalik burchagini belgilaydi. Vintli novning nisbiy odimi (diametrga odimning nisbati) kamayishi bilan -2+0,2 mm yiriklikdagi material uchun boyitish ko'rsatkichlari yomonlashadi, 0,2 mm dan kam bo'lgan yiriklikdagi material uchun esa yaxshilanadi. Sanoatdagi vintli separatorlar uchun nisbiy odim 4-0,6, vintli shlyuzlar uchun 0,5 o'lchamda qabul qilinadi.

Horijda 600-750 diametrli, mos ravishda o'ramlar odimi 300-400 mm ega bo'lgan vintli separatorlar ("Gemfri" firmasi, AQSh; "Trelleborg", Shvesiya) qo'llaniladi.

Oxirgi yillarda horijda novni qoplash uchun neopren yoki rezinadan foydalaniladi. Oqartirilgan cho'yandan bo'lgan novning xizmat muddati bir yarim yilgacha, neopren qoplanganniki esa 4-5 yilgacha.

Vintli shlyuzlar vintli separatorlardan vintli nov shakli bilan farq qiladi. Agar vintli separator osti asta-sekin yon tomonga o'tadigan yarim aylanalik bo'lsa, unda vintli shlyuz osti silliq qiya tekislikdan iborat bo'ladi.

Shlyuzlarning asosiy texnologik o'lchamlari (bo'tanada qattiklik miqdori, oqim chuqurligi, shlyuz qiyalik burchagi, ost yuzasi turi, shlyuz kengligi) boyitiladigan material xossalari bog'liq holda tanlanadi. Bu o'lchamlar rudani boyitish ko'rsatkichlarini: unumdorlik, ajratib olish va boyitma sifatini belgilaydi.

Material yirikligi va zichligi, boyitma chiqishi va tukli qoplama turiga bog'liq holda, shlyuzlarning solishtirma unumdorligi 2 dan 3 t/(m²· sut.) tashkil etadi.

Shlyuzlarda mayda materialni boyitishda va katta qiyalikda suv sarfi 1 m³ rudaga 3-10 m³, 200-300 mm yiriklikdagi rudani boyitishda esa 1 m³ rudaga 100 m³ yetadi.

Vintli separatorlar noyob metall rudalari va sochma qumlarini boyitish amaliyotida ulardan 90-95 % qiymatli komponentlar ajratib olishda xomaki boyitmalar olish uchun qo'llaniladi. Vintli separatorlar dragalarga, ko'chma boyitish qurilmalariga va ko'chmas fabrikalarga o'rnatiladi. Oxirgi vaqtda vintli separatorlar – 2 (1,0) - 0,2 (0,1) mm yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun ko'mir boyitish fabrikalarida keng qo'llanilmoqda.

Vintli separatorlarni rudalar va sochilmalarni boyitish jarayonining boshlanishiga o'rnatish ag'darma chiqindilarining birdaniga ko'p miqdori ajralishini ta'minlaydi, bu esa qolgan

jihozlar unumdorligini jiddiy oshirish va boyitishga xarajatlarni kamaytirish imkoniyatini beradi.

Vintli separatorlar xizmat ko'rsatishi oddiyligi, mexanik yuritmasi va energiya iste'moli yo'qligi, maydoni kamligi va ishlashda ishonchliligi bilan ajralib turadi.

Vintli shlyuzlar 0,5 mm dan kam yiriklikdagi rangli va nodir metallar (qalay, volfram, niobiy, titan, sirkoniy va b) rudalari va sochilma qumlarini boyitishda qo'llaniladi.

6.12-§. Markazdan qochma saralagichlarda boyitish

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

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

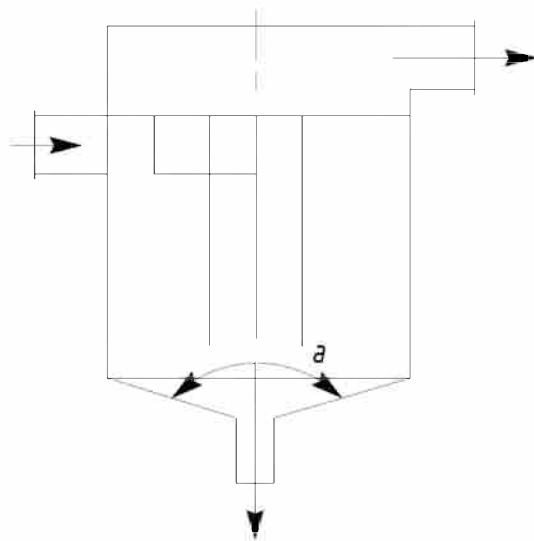
Minerallarni ajralish qismida markazdan qochma maydonni hosil qilish ularni ajralishiga ketadigan vaqtni qisqartiradi va bu jarayonni kichik o'lchamdagi uskunalarda amalga oshirish imkonini beradi.

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

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

2) bosimsiz markazdan qochma saralagichlar.

Boyitish siklonlari (88-rasm) hamda tasniflash siklonlari silindrli va konusli qismlardan tashkil topgan. Tasniflash siklonlaridan farqli o'laroq, boyitish siklonlarining konusli qismi qiyalik burchagi katta - 90° dan 120° (140°) gacha. Ammo, konusli qismi qiyalik burchagi 20° bo'lgan tasniflash siklonini boyitish maqsadida qo'llanganlik hollari ma'lum.



93-rasm. Siklon turidagi markazdan qochma saralagich.

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

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

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

Nisbatan yirik mahsulotlarni boyitishda pastroq bosim, mayda donador mahsulotlarni boyitishda esa kattaroq bosim qo'llaniladi.

Qum va sliv trubalari diametrlarining nisbati – uskuna ishlashining asosiy sozlanadigan parametri hisoblanadi. Bu parameterning optimal qiymati 0,15 dan to 0,3 (0,4) oralig'ida bo'lib, boyitilayotgan mahsulotning kattaligiga va uning tarkibidagi og'ir fraksiyaning miqdoriga bog'liq. Tasniflash siklonlaridan farqli o'laroq boyitish siklonlari kichik diametrdagi qum nasadkalari o'rnatilganda ham qum tiqilib qolmasdan ishlaydi. Shuning uchun

qum bo'yicha solishtirma ishlab chiqarish quvvati tasniflash siklonlariga nisbatan bir qancha kam.

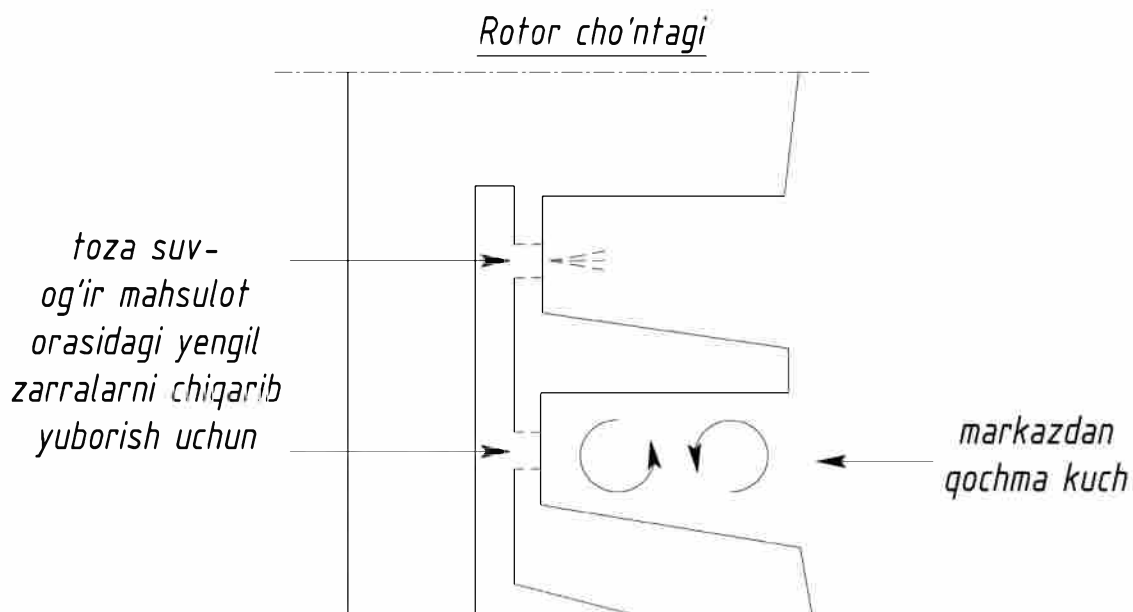
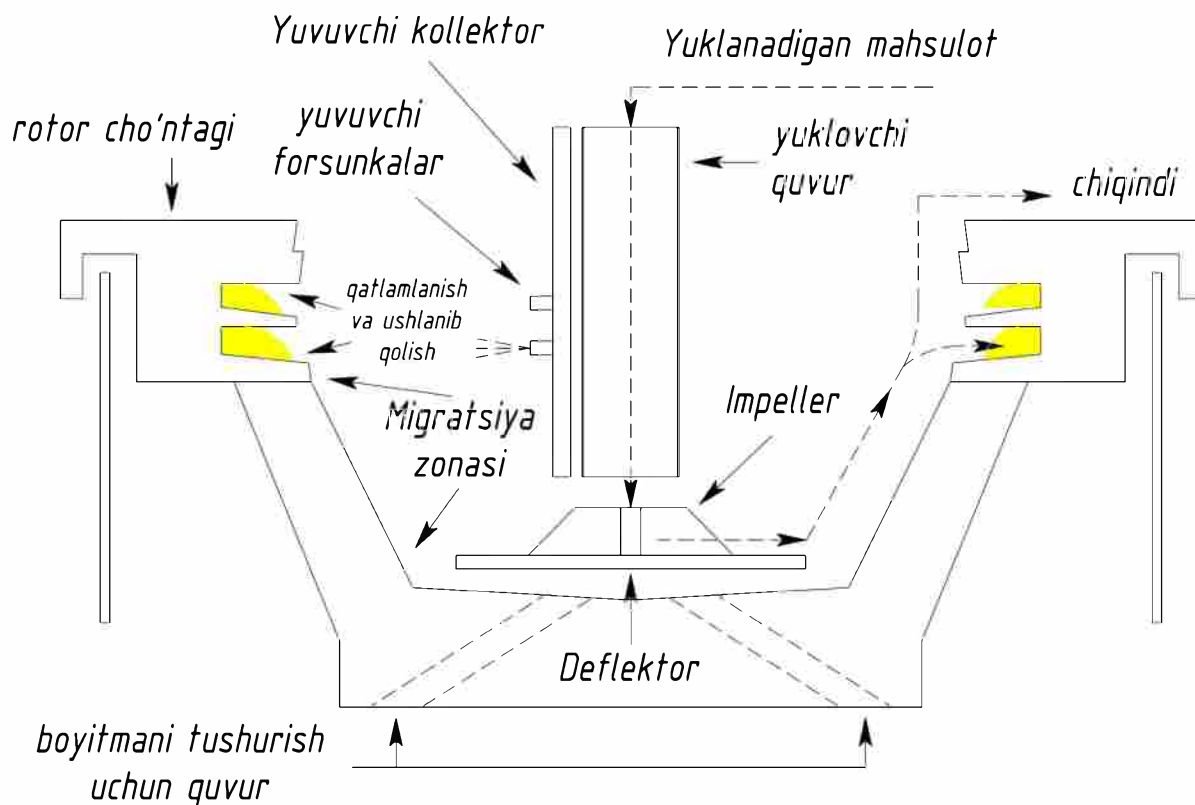
Siklonga tushayotgan bo'tana oqimi aylanib, pastga qarab harakatlanadi. Makrazdan qochma kuch ta'sirida mineral zarrachalar siklonning devoriga nisbatan qatlamlanadi. Bunda katta zichlikka ega bo'lgan zarrachalar pastki qatlamga yig'iladi va saralagichning konus qismi bo'ylab pastga harakatlanadi va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

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

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

Yarimsfera ko'rinishiga ega bo'lgan rotorli sanoat Saralagichida rotorga rezinadan yasalgan futerovka o'rnatiladi. Rotor harakatni tasmali uzatma orqali elektrodvigateldan oladi. Dastlabki mahsulot rotorning tepa qismidan qozonning tubi markaziga beriladi. Mahsulot markazdan qochma kuch ta'sirida rotor bilan birga aylanib, o'zining oqimida pastdan tepaga qarab erkin yuza hosil qiladi. Bu holatda bo'tananing aylanishi rotorning aylani-shidan ortda qoladi va spiral bo'ylab harakat qiladi. Bo'tananing rotorga tushgan joyidan uni slivga chiqib ketgungacha bosib o'tgan yo'li rotor qozonining xalqa chizig'iga nisbatan ancha uzun.

Og'ir mineral (metall) zarralari oqim tubiga, ya'ni rotor devoriga cho'kadi va riflilar orasida to'planadi. Boyitmani bo'shatish uchun rotor aylanishdan to'xtatiladi va rezina riflilar orasida to'plangan boyitma yuvib tushiriladi. Shunday qilib, markazdan qochma saralagichlar – sentrifugalarning ishlash prinsipi shlyuzlarning ishlashi singaridir.



94-rasm. «Falcon» markazdan qochma saralagichining sxemasi

Ularni markazdan qochma shlyuzlar deb ham atash mumkin.

Zamonaviy chet el markazdan qochma saralagichlaridan sanoatda qoʻllaniladiganlari «Knelson» va «Falcon» saralagichlaridir (94-rasm). Bu saralagichlarning boshqa saralagichlardan farqi

shundaki, ularning rotori qiya devoriga qatlamlanib cho'kkan mineral zarralar rotor qobig'idagi teshiklar orqali qo'shimcha suv yuborish orqali yumshatiladi. Natijada boyitilish darajasi oshadi, ya'ni, nisbatan boyroq boyitma olinadi.

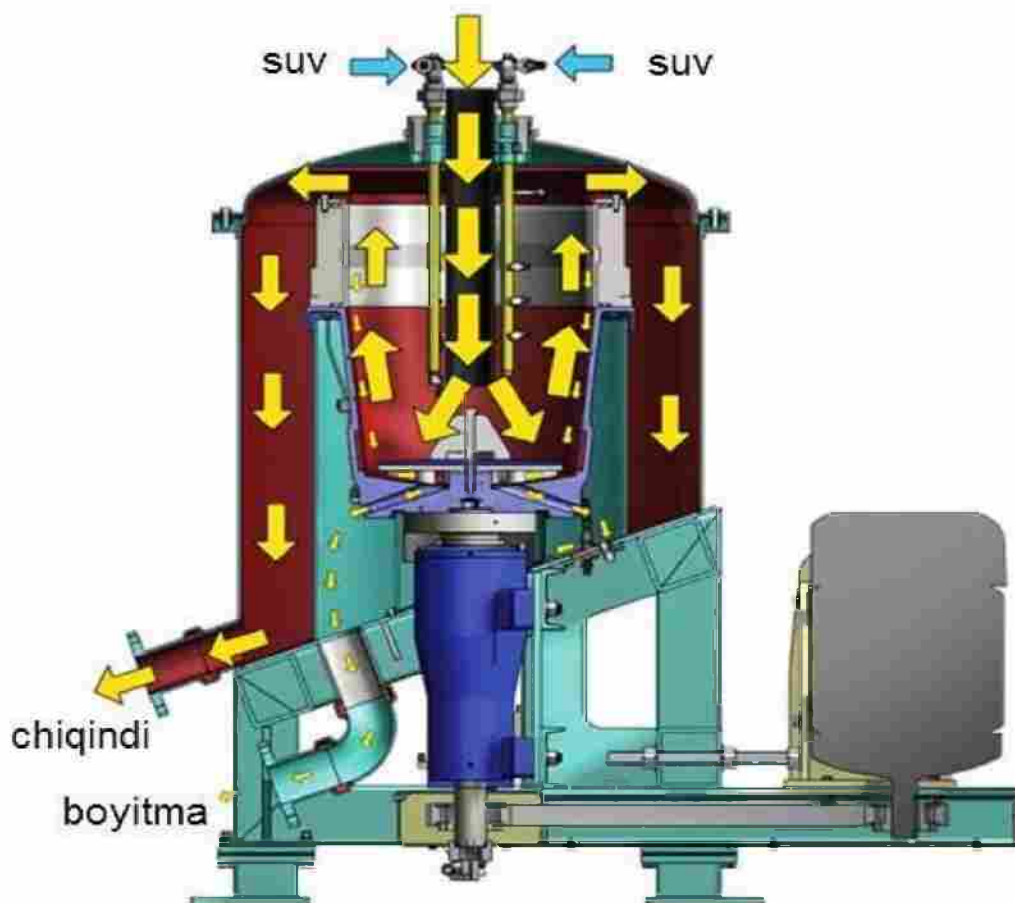
Berilayotgan mahsulot tarkibidagi zarralar 200 G gravitatsiya kuchi bilan aylanayotgan rotorning silliq devoriga tushadi va solishtirma og'irligi hisobga ajraladi. «Falkon» saralagichining rotori ikki qavat bo'lib, sirtqi bir butun qobiqdan va ichki teshikchalarga ega bo'lgan qobiqdan iborat. Bu qobiqlarning oralig'iga kichikroq bosimda suv yuboriladi.

Natijada ichki teshikchalarga ega bo'lgan qobiqdan chiqqan suv rotor devoriga cho'kib qolgan mahsulot zarralarini orasini yumshatadi. Yumshagan mahsulot ichidagi yengil zarralar markazdan qochma kuch ta'sirida chiqib ketadi, og'ir zarralar esa rifli oralig'ida to'planib qoladi. Yuqori gravitatsion kuch juda kichik zarralarni ham (10 mikrondan kichik zarralarni) xam ajratib olishga imkon beradi.

Bir qancha vaqt o'tib, rifli orasidagi boyitma belgilangan me'yorga yetgandan so'ng rotorga mahsulot berish to'xtatiladi (90 sek), rotorning aylanishi sekinlashtiriladi va maxsus yuvuvchi kollektor yordamida boyitma rotor deflektori ostiga yuvib tushuriladi hamda boyitma ariqchasidan chiqariladi.

«Falcon» saralagichida rotorlar orasiga toza suv ishlatiladi, aylanma suv ishlatilsa rotor qobiqlari oralig'i tiqilib qolishi mumkin.

Ushbu saralagichga yuklanadigan mahsulot 2 mm ko'zli g'alvirda elanib, bo'tana ko'rinishida rotorning markazida joylashgan quvur orqali yuboriladi va u yerda impeller yordamida aylanma harakatni oladi. Mahsulot juda kuchli gravitatsion markazdan qochma maydondan o'ta turib, zichligi va o'lchami bo'yicha qatlamlanadi.



95-rasm. «Falcon» markazdan qochma saralagichining qirqimda koʻrinishi

Qatlamlanish zonasining uski qismida ushlanib qolish zonasida ogʻir mahsulotlar toʻplanadi va uskuna rotorining aylanishi sekinlashmaguncha yoki toʻxtamaguncha ushlanib qoladi hamda boyitmani tushirib olish kanali orqali chiqariladi.

Ushlanib qolgan ogʻir zarralar yuvuvchi kollektor orqali beriladigan suv oqimida yuvib tushiriladi, shu bilan bir qatorda riflilar orasi ham tozalanadi. Yuvish jarayoni odatda 90 sekund davom etadi. SB turidagi «Falcon» saralagichlarida boyitmaning chiqishi 0.1% atrofida, ammo nisbatan toza boyitma olinadi.

Boshqa konstruksiyaga ega boʻlgan saralagichlarda esa riflilar oraligʻidagi mahsulotni yumshatish uchun rotor oʻrtasiga vertikal holda teshikchalarga ega boʻlgan quvur oʻrnatiladi. Bu quvur teshiklaridan bosim ostida chiqqan suv riflilar orasidagi

mahsulotni yumshatadi va og'ir zarralar rifli orasida qoladi, yengillari chiqindiga chiqib ketadi.

Markazdan qochma saralagichlarda boyitiladigan mahsulotlarning kattaligi saralagichning o'lchamiga bog'liq. Diametri 120, 300, 400 mm bo'lgan saralagich uchun dastlabki mahsulotning maksimal o'lchami 4, 6, 8 mm. Zarrachaning maksimal o'lchami me'yoriy suv sarfiga (hajmiy unumdorlikka) bog'liq.

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

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

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

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

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

6.13-§. Rudali foydali qazilmalarni yuvish, dezintegratsiyalash, ularda ishlatiladigan uskunalar

Yuvish – mineral xomashyodan tuproqli agregatlarni ajratish jarayoni, bu suv va boshqa qurilmalar ta'siri ostida bir vaqtning o'zida chiqarib yuborish yordamida dezintegratsiyalash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Yuvish mustaqil jarayon bo'lishi mumkin, natijada oxirgi mahsulot (shag'al, mayda tosh, qum va b) olinadi, yoki tayyorlov jarayoni bo'lishi mumkin, natijada yuvilgan material boyitishning boshqa usullari bilan qayta ishlashga kiradi.

Ruda (material) tuproqlarini ajratish qiyinligiga bog'liq holda oson, o'rtacha va qiyin yuviladigan turlarga bo'linadi.

Materialning yuvilishligi deganda, yuvish mashinalari ishchi organlarining mexanik ta'sirida unda mavjud bo'lgan tuproqli aralashmalarning ajralish qobiliyati tushuniladi. Yuvilishlik mavjud palaxsa tuproqning 90 % gacha ajralishi uchun zarur bo'lgan vaqt bilan tavsiflanadi. Materialning yuvilishlik koeffitsienti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$K_n = t_{et} / t,$$

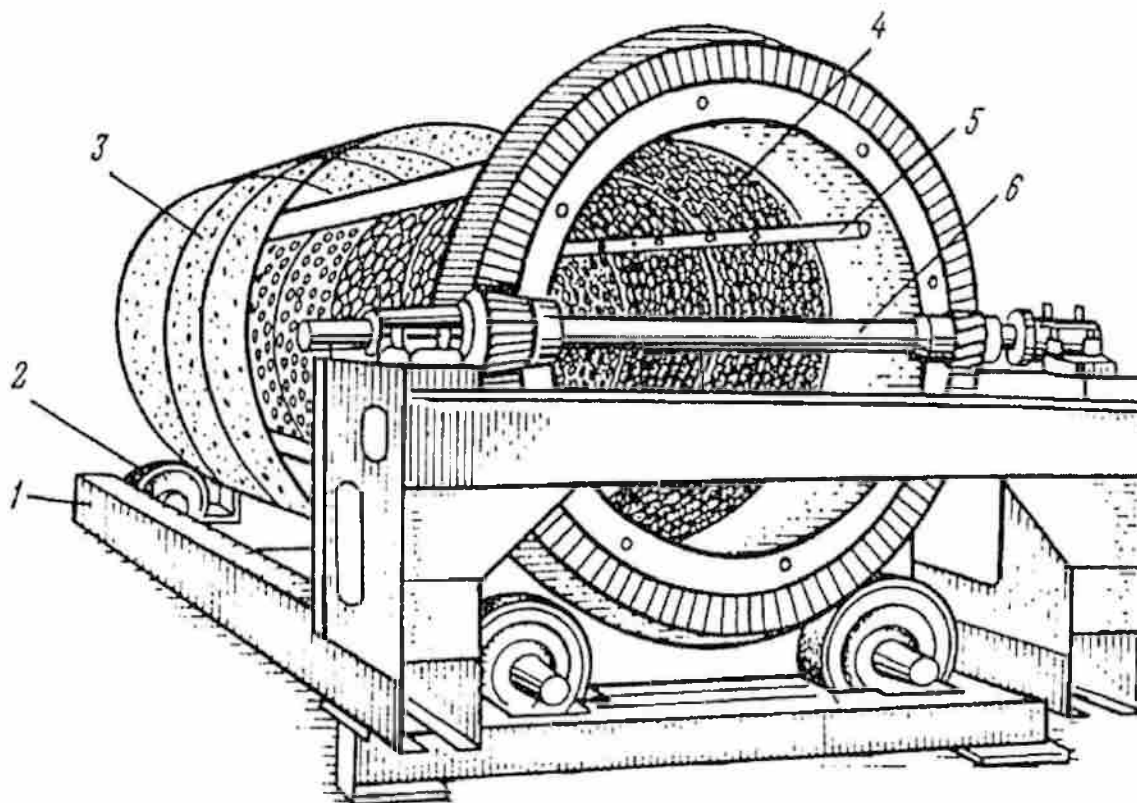
bunda, t_{et} va t – etalonga va bir xil sharoitlarda material namunasi tadqiq qilinayotganiga mos ravishda yuvish davomiyligi.

Materialning yuviluvchanligi yuvishga sarflanadigan elektr energiyaning solishtirma sarfi bo'yicha baholanishi mumkin, qaysiki oson yuviladigan jinslar uchun 0,25 kVt's/t dan qiyin yuviladigan jinslar uchun 1 kVt's/t gacha o'zgaradi.

Dezintegratsiya va yuvishning samaradorligi jarayonni tezlashtirishga yordam beruvchi uskunalarning mexanik ta'sir darajasi, suvning yuvuvchi omillari (mexanik, haroratli), shuningdek, turli qo'shimchalar (suyuq shisha, sulfat kislota, ohak va b.) ta'siri bilan belgilanadi.

Yuvish mashinalari va uskunalari. Tuzilmaviy belgilari va usullari bo'yicha gidravlik va mexanik dezintegratsiya mavjud.

Foydali qazilmalarni dezintegratsiyalash va yuvish barabanli, tog'orali, aralash va bashnyali (minorali) turdagi uskunalarda, shuningdek, tekis elash yuzalaridan foydalanib amalga oshiriladi.



96-rasm. Yuvish uskunasi (grivemoyka-sortirovka)

1 – rama; 2 – tayanch g'ildirak; 3 – teshikli tashqi baraban; 4 – teshikli ichki baraban; 5 – suv quvuri; 6 – yuritma vali.

Hozirgi vaqtda eng unumdor va keng tarqalgan dezintegratsiyalovchi uskunalar barabanli yuvish mashinalari (butaralar, skrubberlar, skrubber - butaralar) hisoblanadi. Barabanli yuvish mashinasi (96-rasm) gorizontali yoki materialni tushirish qatlamiga katta bo'lmagan qiyalikli joylashgan, kirish joyida shlamni va suvsizlantirilganlarni ajratish uchun konusli g'alvir mahkamlangan teshikli yoki yaxlit barabandan iborat. Baraban tayanch g'ildirakchalarga tayanadi va tishli gardishli uzatma yordamida aylanadi.

Barabanning ichida mahsulotni yuvish uchun suv berilib turiladi. Dastlabki material tushirish ariqchasi bo'ylab yuvish seksiyasiga tushadi. Baraban yon yuzasida barabanda bo'tananing belgilangan sathi saqlab turilishini ta'minlovchi halqali boshlanish joylari (bo'sag'a) mavjud. Barabanli yuvish mashinalari unumdorligi 500 t/s.

Texnologiyada yuvish jarayonining turi va uskunaning turi mahsulotning o'lchamiga, loyning miqdoriga va fizika mexanik xossalari bog'liq. Graviy, sheben, flyus, ruda va kimyoviy xomashyolarni yuvishda barabanli, titrama, koritali va kombinatsiyalashgan yuvish mashinalari qo'llaniladi. Qumlarni yuvish maxsus klassifikatorlarda amalga oshiriladi. Qora metall rudalarini yuvishda yuvuvchi bashniyalar qo'llaniladi.

6.14-§. Gravitatsion boyitishning texnologik sxemalari

Gravitatsiyali boyitish uchun jihozlar ko'lami juda katta.

Biroq, mumkin bo'lgan og'ir muhitli separatsiyalashdan tashqari, ayrim o'ziga xos holatlarda bir marta qabul qilishda mineralarning to'liq ajralishini ta'minlashga qodir yagona jarayon mavjud emas va uskuna eng yaxshi holatda yoki oxirgi boyitmani chiqaradi yoki ag'darma chiqindilarini, lekin ayrim holatlarda unisini ham bunisini ham chiqaradi. Shuning uchun hamisha boyitishning bitta bosqichdan ko'pi talab qilinadi. Bular asosiy va nazorat hamda tozalash operatsiyalari yoki ularning aralash bosqichlari bo'lishi mumkin. Gravitatsiya jihozlarining bir qismi asosiy va nazorat operatsiyalariga to'g'ri keladi, boshqasi tozalashli uchun.

Og'ir muhitli separatsiya, odatda, tovar mahsuloti yoki chiqindilarning bir marta qabul qilishda ta'minlashdan mos keluvchi yiriklikdagini olish uchun ko'mir sanoatida qo'llaniladi.

Qo'rg'oshinli, ruxli, sulfidli yoki oksidlangan qiymatli va kamqiymat rudalarni, olmoslarni qayta ishlashda og'ir muhitli separatsiya ko'pincha bo'sh jinslarni chiqarib yuborish uchun oldingi

bosqich sifatida qo'llaniladi, lekin, nazorat va tozalash bosqichlarida qo'llanilmaydi.

Bitta uskunada oxirgi mahsulot va chiqindilarni olish uchun ko'mirni boyitishda cho'ktirish mashinalaridan ham foydalaniladi. Cho'ktirish mashinalari ko'p kamerali uskunalari hisoblanadi va ko'pincha aylanuvchi sanoat mahsuloti chiqaradi, shuning uchun ularni asosiy va nazorat operatsiyalari o'tkaziladigan uskunalarga kiritish to'g'riroqdir.

“Reyxarta” konusi, torayuvchi shlyuz yoki “Bartlez-Mozli” separatori kabi zamonaviy yuqori unumdorli uskunalarning ko'pchiligi, asosan, asosiy yoki tozalash operatsiyalari uchun mo'ljallangan va faqat ayrim holatlarda oxirgi boyitmani olish uchun qo'llaniladi. Vintli separatorlar – asosan, asosiy va nazorat operatsiyalari uchun qurilmadir, biroq, ko'pincha, ayniqsa, mineralli qumlarni qayta ishlashda tozalash qurilmasi sifatida qo'llaniladi.

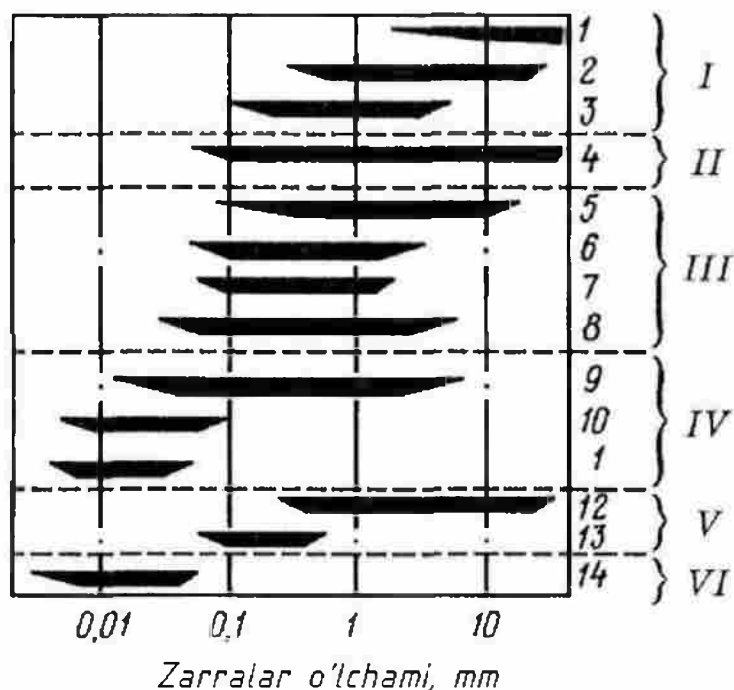
Konsentratsiya stoli va “Krossbelt” konsentratori – asosiy va tozalash operatsiyalari uchun qurilmalar; ulardan birinchisi juda ko'p vazifali gravitatsiya uskunasi bo'lishi mumkin, undan davrning har qanday bosqichida ham foydalanish mumkindir (oldindan konsentratsiyalashdan tashqari).

Gravitatsiyali boyitish qo'llaniladigan material *yirikligining umumiy ko'lami* boshqa jarayonlarga qaraganda kattadir. Odatda, ajratish yirikligining yuqori chegarasi 500 mm tashkil etadi, deb hisoblanadi. Amaliy jihatdan gravitatsiyali boyitish uchun yiriklikning pastki chegarasi 6 mkm.ga yaqin.

Gravitatsiyali boyitish uskunalarning birontasi materialga yiriklikning to'liq ko'lami bo'yicha ishlov berishga qodir emas. Konsentratorlarning har xil turlari faqat umumiy ko'lamning qandaydir bir qismiga ishlov berishga qodir.

Jihozni tanlashda quyidagi omillarni hisobga olish lozim: talab qilingan texnologik ko'rsatkichlar; ajratiladigan zarralar yirikligi; talab qilingan unumdorlik; mo'ljallangan samaradorlik va (boshqa

teng sharoitlarda) agregat narxi; jihozga asosiy va foydalanish xarajatlari.



97-rasm. Gravitatsiya jihozi harakati oralig'i:

1 – statik; 2 – dinamik; 3 – faqat suvdan foydalanuvchi; 4 – cho'ktirish mashinalari; 5 – shlyuz; 6 – “Reyxarta” konusi; 7 – torayuvchi shlyuz; 8 – vintli separator; 9 – konsentratsiya stoli; 10 – “Bartlez-Mozli”; 11 – “Krossbelt”; 12 – pnevmatik cho'ktirish mashinasi; 13 – pnevmatik stol; 14 – markazdan qochma; I – og'ir muhitli; II – qatlamlarga ajralish; III – yupqa oqimda; IV – silkitish; V – pnevmatik; VI – oraliqli.

Foydali qazilmalarni boyitishning zamonaviy amaliyotida gravitatsiya usullari, odatda, boyitishning boshqa usullari (flotatsiya, magnitli separatsiya va b) bilan birgalikda qo'llaniladi.

Masalan, ko'mirning yirik sinflari og'ir muhitlarda boyitiladi, juda maydalari cho'ktiriladi, shlamlar esa flotatsiyalanadi.

Rudalarning yirik sinflari uchun og'ir muhit va cho'ktirish, mayda material uchun –konsentratsiya stollaridan foydalaniladi,

flotatsiya, magnitli va elektrli separatsiyalar boyitmalarni me'yoriga yetkazish uchun qo'llaniladi.

Boyitishning haqiqiy gravitatsiya sxemalari nisbatan kam qo'llaniladi va asosan xomaki boyitmalar olish uchun qo'llaniladi.

Tarkibida nodir metallar, ilmenit, rutil, sirkon, volframit, kassiterit, olmoslar va boshqa minerallar mavjud bo'lgan sochma konlar rudalarini boyitishda ham ikkita davr – birlamchi boyitish va xomaki boyitmalarni me'yoriga yetkazish qo'llaniladi. Xomaki boyitmalar vintli, oqimli va konusli separatorlarda, cho'ktirish mashinalarida va konsentratsiya stollarida gravitatsiya sxemalari bo'yicha olinadi.

Xomaki boyitmalarni me'yoriga yetkazishda metallurgik qayta ishlash uchun yaroqli bo'lgan monominerali boyitmalar olishga harakat qilinadi.

Og'ir suspenziyalarda boyitish sxemalari.

Foydali qazilmalarni qayta ishlash texnologiyasida og'ir suspenziyalarda boyitish jarayoni ham yordamchi jarayonlar vazifasini hamda tayyor mahsulot olish bilan asosiy jarayonlar vazifasini bajarishi mumkin. Yordamchi jarayon sifatida polimetall rudalar dastlabki saralash uchun qo'llaniladi va texnologik sxemaning boshida 25% gacha jinslarni ajratish imkonini beradi.

Og'ir suspenziyalarda boyitishning asosiy jarayoni sifatida boshqa jarayonlar bilan birgalikda ko'mir boyitish, xrom, marganes, temir rudali va boshqa fabrikalarda qo'llaniladi.

Og'ir suspenziyalarda boyitishning texnologik sxemalari (98-rasm) foydali qazilmalarning ko'p turlari uchun deyarli bir xil va quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi: turli zichlikdagi fraksiyalardagi suspenziyada materialni ajratish; ishchi suspenziyani drenajlash va ajralish mahsulotlarini yuvish; og'irlashtirgichni tiklash [2, 10].

Qurilmalarda (OS) elektroenergiyaning solishtirma sarfi o'rtacha 2-3 kVt's/t ni, toza suvniki – 0,5 m/t ni tashkil etadi.

Rudani separatsiyaga tayyorlash uni yirikligigacha maydalanishdan iborat, bunda bo'sh jinslar asosiy massasidan (odatda, 100 mm) va rudaning mayda sinflaridan xalos bo'lish sodir bo'ladi. Ruda yirikligining pastki chegarasi suspenziya g'alvirlarida ajralish mahsulotlaridan ajratishning texnik imkoniyatlari bilan va oxirgi mahsulotlar sifatiga talablar bilan ta'minlanadi. Odatda, yiriklikning pastki chegarasi 4-6 mm, ayrim hollarda 1,5-2 mm qabul qilinadi.

Yuvish operatsiyasi va elash bitta g'alvirda birga qo'shiladi. Buning uchun ko'pincha gorizontal o'z-o'zidan balansli g'alvirlardan foydalaniladi. Rudani yuvishning samaradorligini oshirish uchun, g'alvirlardan tashqari, ba'zan butara o'rnatiladi.

Suspenziyada rudani ajratish turli tuzilishli separatorlarda amalga oshiriladi.

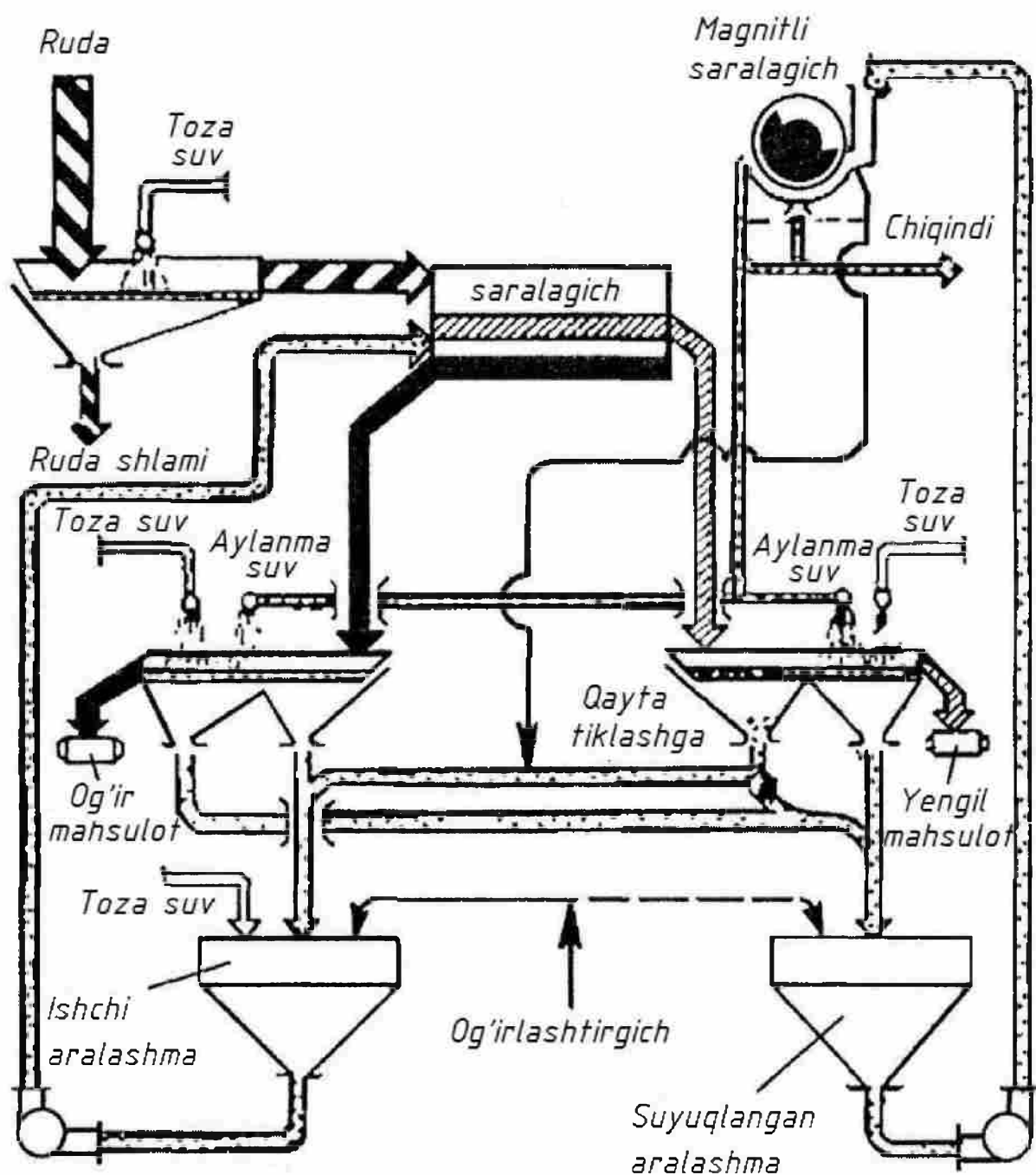
Ajralish mahsulotlari separatorlardan ishchi suspenziyaning bir qismi bilan tushiriladi, uning miqdori, asosan, separatorlarning yuklash qurilmalariga bog'liq bo'ladi. Og'ir fraksiyaning aeroliftli tushirishli va yengil fraksiyaning o'z oqimili tushirishli separatorlarda ishchi aylanmali (qaytarilmali) suspenziyasi hajmi dastlabki mahsulotning 2-5 m³/t tashkil etadi. Suyultirilgan suspenziya g'alvirda yuvilgandan so'ng g'alvir osti voronkasiga to'planadi va nasos bilan konusga yuboriladi. Konusni quyish qisman rudani yuvish uchun qo'llaniladi. Og'irlashtirgichni tiklash cho'ktirish mashinalarda, konsentratsiya stollarida, magnitli separatorlarda, flotatsiyali mashinalarda amalga oshiriladi.

Cho'ktirish sxemalari.

Rudani boyitish fabrikalarida cho'ktirish quyidagilarda qo'llaniladi:

- oxirgi mahsulotlarni olish bilan boyitishning asosiy operatsiyasi sifatida;
- boyitishning boshqa usullari: stollardagi boyitishlar, magnitli separatsiya, flotatsiya bilan birgalikda aralash yordamchi operatsiyalar kabi.

Sxemaning ikkinchi variantida boyitishning birinchi bosqichida cho'ktirish bilan ag'darmali chiqindilar ajratiladi, oraliq mahsulot esa oldindan maydalangandan va tasniflangandan so'ng aytib o'tilgan usullarning biri bilan tozalanadi.



98-rasm. Og'ir suspenziyalarda rudalarni boyitishning namunaviy sxemasi

Cho'ktirish sxemalari quyidagilarga bo'linadi:

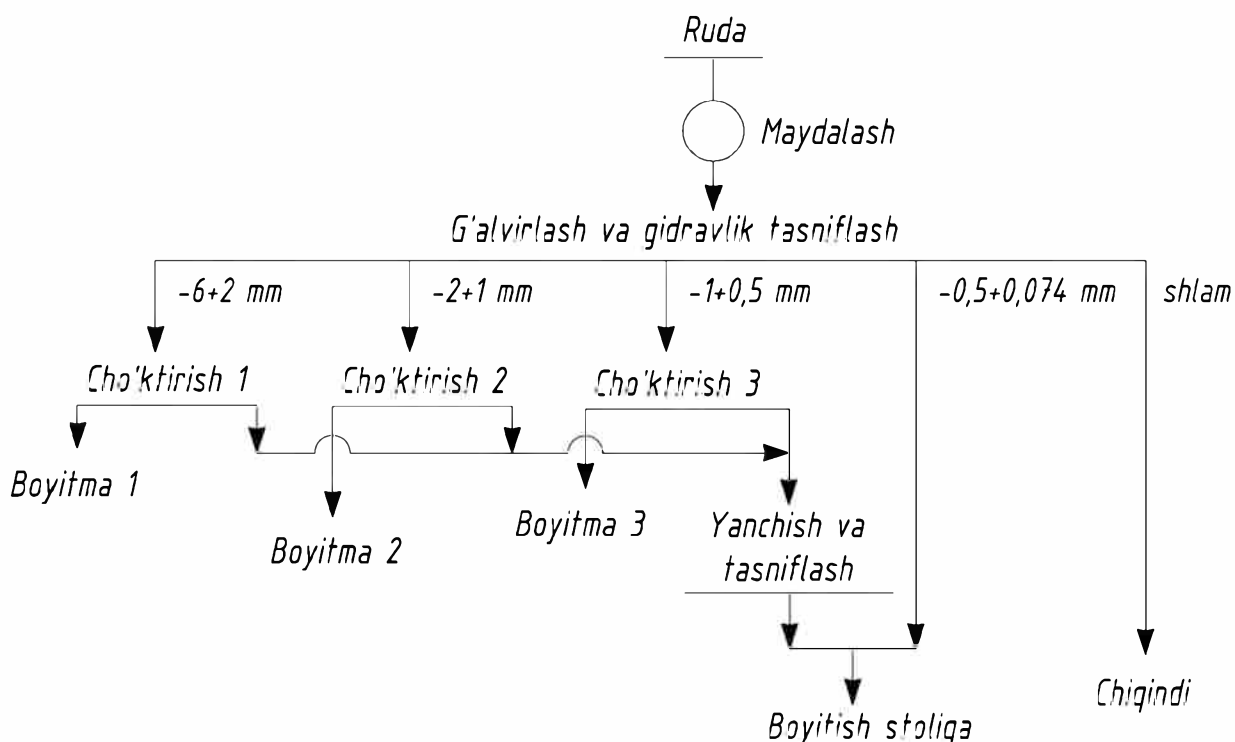
- konditsion boyitma va chiqindilarni ajratish bilan;
- boshqa usullar bilan keyingi boyitishga yuboriladigan ag'darma chiqindilarini va kamqiymat boyitmani olish bilan;
- keyingi ishlov berishga yuboriladigan nokonditsion boyitmalar va chiqindilarni ajratish bilan;
- yanchish va tasniflash davrida boyitishning boshqa usullari bilan birgalikda aralash kompleksda cho'ktirishdan foydalanish bilan.

Temir rudalari cho'ktirishni qo'llash bilan sinflarga oldindan tasniflashni o'z ichiga olgan sxema bo'yicha boyitiladi: -30+12; -12+6; -6+3; -3+1,5; -1,5 mm. Yiriklikning -1,5 mm sinfdan tashqari har bir sinfi, oldindan maydalangandan so'ng -1,5 mm sinf bilan birga qo'shiladigan konditsion mahsulotlar, chiqindilar va oraliq mahsulotlarni olish bilan alohida cho'ktiriladi va alohida davrda boyitiladi.

Nodir metallar mavjud sochma rudalar oldindan yuvishni va -25+6 va -6 mm sinflarga tasnifni o'z ichiga olgan sxema bo'yicha boyitiladi, ular konsentratsiya stollarida boyitishga va keyingi me'yoriga yetkazishga yuboriladigan chiqindi jinslarini va kamqiymat boyitmani (oraliq mahsulotni) olish uchun cho'ktirishga yuboriladi.

Qalay, volframli va boshqa rangli hamda nodir metallarni boyitish sxemalarida cho'ktirish me'yoriga yetkazishga yuboriladigan dag'al boyitmani olish bilan va konsentratsiya stollarida, shlyuzlarda hamda yana boyitmani olish bilan cho'ktirish mashinalarida ko'p bosqichli boyitishga yuboriladigan chiqindilarni va ag'darma chiqindilarini olish bilan sxemaning asosiy qismida (99-rasm) qo'llaniladi.

Marganesli rudalarni boyitishda cho'ktirish magnitli separatsiya va flotatsiya bilan birgalikda boyitishning turli bosqichlarida qo'llaniladi.



99-rasm. Cho'ktirishni qo'llash bilan qalayli rudalarni gravitatsiyali boyitishning asosiy sxemasi.

Cho'ktirish mahsulotlari yanchiladi va magnitli separatsiya sxemasining turli uchastkalarida keyingi boyitish bilan tasniflanadi, bu chiqindili marganesning eng kam yo'qotilishida oliy navli boyitmaning eng yuqori miqdorini olish imkonini beradi. Shlamlarni boyitish uchun flotatsiyadan foydalaniladi.

Ko'mirni boyitish fabrikalari sxemalarida ko'mirning yirik sinfi (antratsit) ikkita yoki uchta mahsulotga ajratish bilan og'ir muhitli separatorlarda boyitiladi.

Mayda ko'mir yoki antratsit (0,5-13 mm) cho'ktirish bilan boyitiladi. Bunda kokslash uchun ko'mirni cho'ktirish mashinalarida uchta oxirgi mahsulotlarni (tovarli sanoat mahsulotini ham kiritgan holda) ajratish bilan boyitishga harakat qilinadi. Dastlabki ko'mirning qiyin boyitilishida yoki boyitma chiqishiga va sifatiga yuqori talablar mavjudligida sanoat mahsulotini qayta boyitish talab etiladi, bu nazorat cho'ktirish mashinasida yoki og'ir muhitli

gidrosiklonlarda amalga oshiriladi. Og'ir muhitli separatorlarning yirik sanoat mahsuloti ham maydalashdan so'ng nazorat operatsiyasiga yuborilishi mumkin.

Konsentratsiya stollarida boyitish sxemalari.

Konsentratsiya stollari qalayli, volframli, nodir metalli rudalarni (-3 mm yiriklikdagi sinf uchun) birlamchi gravitatsiyali boyitish sxemalarida, shuningdek, oltin tarkibli rudalar, titan-sirkoniyli qumlar va b.larni boyitishda boyitmalarni va sanoat mahsulotlarini me'yoriga yetkazish sxemalarida keng tarqalgan.

-0,04 (0,02)+0 mm mayda sinfli dastlabki mahsulotdan oldindan ajratish uni tayyorlashning majburiy operatsiyasi hisoblanadi, chunki shlamlar boyitishni qiyinlashtiradi, bu sinfdan mavjud bo'lgan og'ir komponentning mayda zarralari konsentratsiya stollarida deyarli ajratib olinmaydi [10,20].

-3(2)+0,04 mm yiriklikdagi keng tasniflangan materialni konsentratsiya stollarida boyitish faqat iqtisodiy tushunchalar bo'yicha boyitishning nisbatan yuqori bo'lmagan samaradorligi mumkin bo'lgan yoki materialda hosilalar bo'lmasa, og'ir zarralar yirikligi esa yengil zarralar yirikligidan jiddiy farq qilgan holatlardagina mumkin bo'ladi.

Ko'pgina holatlarda -3(2)+0,04 mm yiriklikdagi material konsentratsiya stollarida boyitilishidan oldin sinflarga ajratishga yuboriladi va har bir sinf alohida o'zining maqbul tartibida boyitiladi. Materialni bunday tayyorlash konsentratsiya stollarining umumiy unumdorligi oshishini va texnologik ko'rsatkichlar yaxshilanishini ta'minlaydi. Qiyin boyitiladigan materialni boyitishda uni eng tor shkala bo'yicha tasniflashga harakat qilinadi.

Yirikligi bo'yicha materialni ajratish gidravlik tasniflash yoki g'alvirlarda elash bilan amalga oshirilishi mumkin. Shlamsizlantirish gidrosiklonlarda amalga oshiriladi.

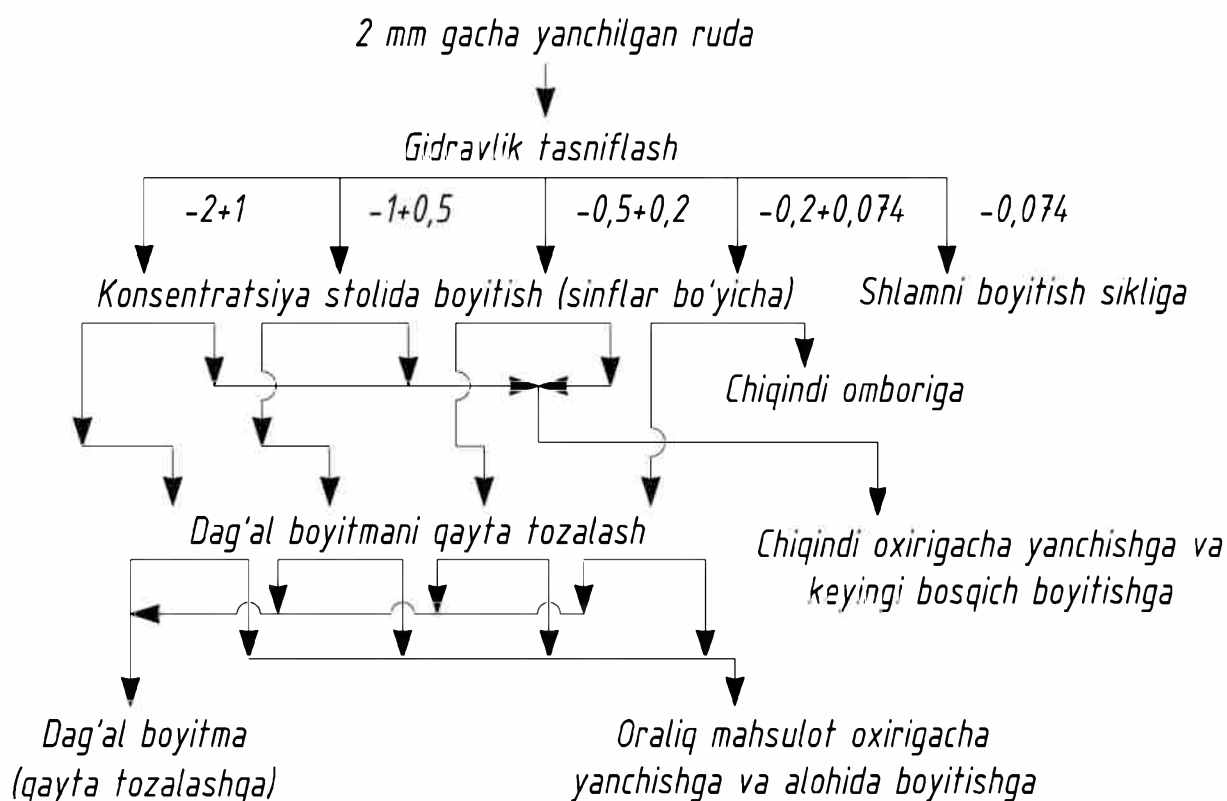
Konsentratsiya stollarida yupqa xolli qoplangan qalay tarkibli rudalarni boyitishning asosiy sxemasi 100-rasmda ko'rsatilgan.

Sochma konlarning, odatda, qiymatli minerallari bo'lmagan, oldindan shlamsizlantirilgan va yirik fraksiyalardan elangan qumlarini konsentratsiya stollarida boyitish samarali o'tadi.

Vintli separatorlarda boyitish sxemalari.

Vintli separatorlar ruda va sochma qumlarni boyitish amaliyotida keng qo'llaniladi:

- sochma konlar qumlarini boyitishda ilmenitni, rutilni, sirkonni, monatsitni va boshqa minerallarni xomaki umumiy boyit-maga 90-95 % gacha ajratib olinadi. Vintli separatorlar dragalarga, ko'chma boyitish qurilmalariga, ko'chmas fabrikalarga o'rnatiladi;



100-rasm. Konsentratsiya stollarida yupqa qoplangan qalay tarkibli rudalarni boyitishning asosiy sxemasi

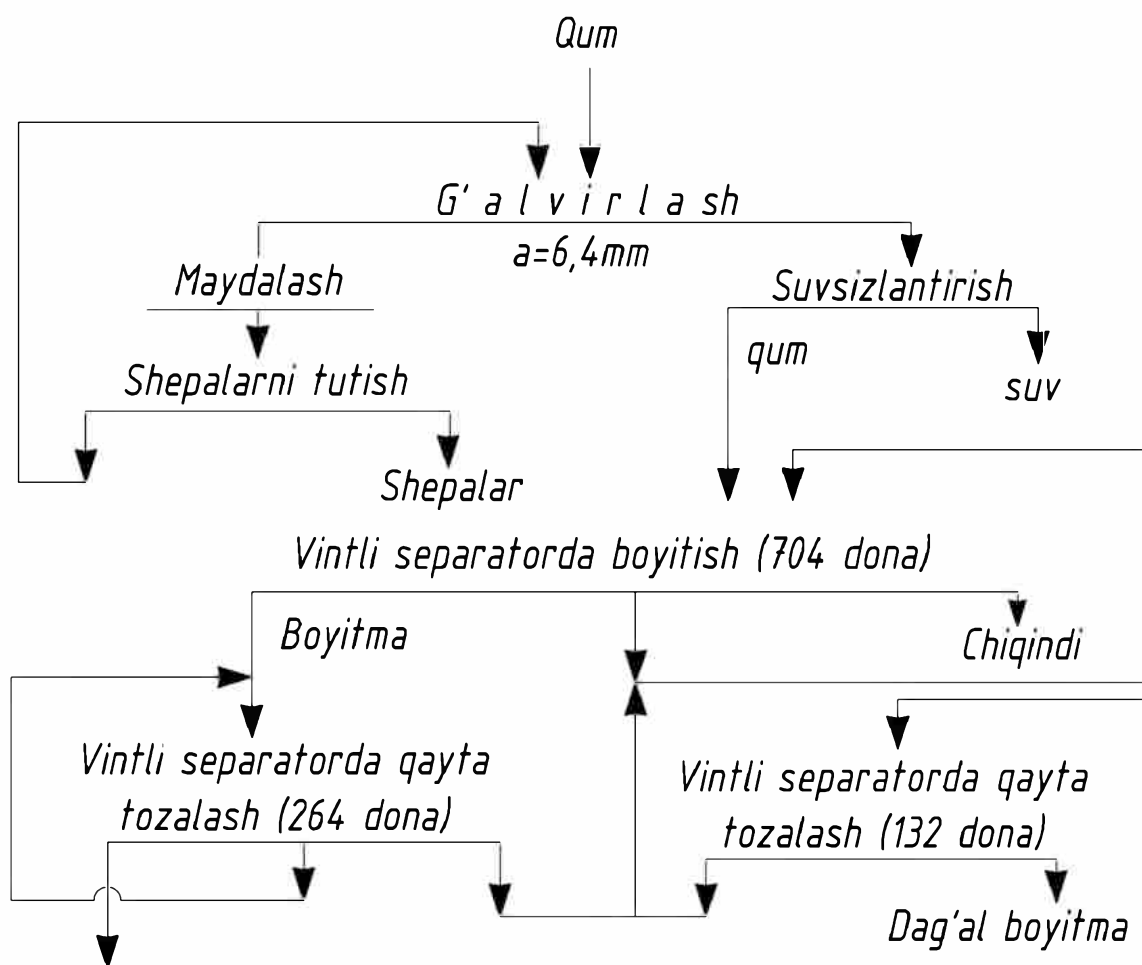
- qalay va nodir metallarni boyitishda yoki boyitishning barcha bosqichlarida yoki oldindan boyitish uskunalari sifatida

qo‘laniladi Ba‘zan rudalarni maydalashning yopiq davrlarida, shuningdek, chiqindilardan metallarni to‘liq ajratib olish uchun nazroat operatsiyalarida;

- kuchsiz magnitli (gematitli) temir rudalarini boyitishda mustaqil yoki boyitishning boshqa turlari bilan;
- vermikulitli tuproqli rudalarni boyitishda;
- -1,0+0,1 mm yiriklikdagi mayda sinflarni boyitishda.

Boyitish jarayoni boshlanishida vintli separatorlarni o‘rnatish birdaniga ag‘darmali chiqindilarning ko‘p miqdori ajralishini ta‘minlaydi, bu esa qolgan jihozlar unumdorligini jiddiy oshirish va boyitishga xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

Vintli separatorlar xizmat ko‘rsatishda oddiyligi, mexanik yuritmasi va energiya iste‘moli yo‘qligi, maydoni kamligi va ishlashda yuqori ishonchliligi bilan ajralib turadi.



101-rasm. “Treyl-Redj” qurilmasida (AQSH) boyitish sxemasi

Vintli separatorlarni qo'llash gravitatsiya fabrikalarining sifat o'zgarishlariga sabab bo'ldi. Bunda texnologik sxemalar ko'p darajada soddalashtirildi.

Titan-sirkoniyli sochilmalarni boyitish uchun "Treyl-Redj" qurilmasi sxemasi 101-rasmda ko'rsatilgan. Sxemada 600 diametrlilik "Xemfri" vintli separatorlaridan foydalaniladi. Novlarning ichki yuzasi neopren bilan qoplangan va 3 yilgacha xizmat muddatiga ega.

Boyitish tartibi: dastlabki qumlar yirikligi -6,4 mm; mahsulot zichligi – qattiqlikning 35 %; separator unumdorligi asosiy boyitma operatsiyasida – 2 t/s va tozalashda 1 t/s; bitta separatorga yuvish suvi sarfi – 0,3-0,6 l/s. Olinadigan xomaki umumiy boyitma ajratilishi uchun me'yoriga yetkazish fabrikasiga yuboriladi.

Yirik vintli separatorlar paydo bo'lishi bilan noyob metallar qumlarini past tannarx bilan boyitishli avtomatlashgan fabrikalarni qurish mumkin bo'ladi.

VII BOB

FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH

7.1-§. Flotatsiya usulida boyitishning fizik-kimyoviy asoslari. Flotatsiyaning usullari

Flotatsiya usulida ajratishning mohiyati. Flotatsiya–mineral zarrachalar yuzasining fizik–kimyoviy xossalaridagi farqqa qarab boyitish usuli bo‘lib, mineral zarrachalar yuzasining suv bilan har xil ho‘llanish qobiliyatiga asoslanadi [1, 12].

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

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

Flotatsiya turli xildagi foydali qazilmalarni boyitishda keng ko‘lamda ishlatiladi. Qazib olingan rangli metallar rudalarining 90 % dan ko‘prog‘i kamyob, qora, nodir metallar rudalari va nometall rudalar shu usulda boyitiladi. Flotatsiya usulini qo‘llash kambag‘al rudalarni hamda boshqa usullar bilan boyitilishi qiyin bo‘lgan rudalarni qayta ishlash imkoniyatini yaratadi. Masalan, flotatsiya usulini qo‘llab polimetall rudalardan qo‘rg‘oshinli, ruxli va misli boyitmalarni olish mumkin [1, 13].

Molekulalararo ta’sirlashish kuchi.

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

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

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

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

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

Mineral zarrachalar yuzasining suv bilan ho'llanish hodisasi flotatsiya jarayonining fizik–kimyoviy omillaridan biri hisoblanadi. Ho'llanish darajasiga faqat mineral erkin yuza energiyasining kattaligi emas, balki suv ion va molekulalarining o'zaro ta'sirlashuv energiyasi ham tasir qiladi [1, 13].

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

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

$$W = \sigma_{c-g} + \sigma_{k-g} - \sigma_{c-k} \quad (7.1)$$

bu yerda, σ_{c-g} , σ_{k-g} , σ_{c-k} – tegishli ravishda suyuqlik–gaz, qattiq zarracha–gaz, suyuqlik–qattiq zarracha fazalari ajralish chegara-sidagi yuza energiyasi.

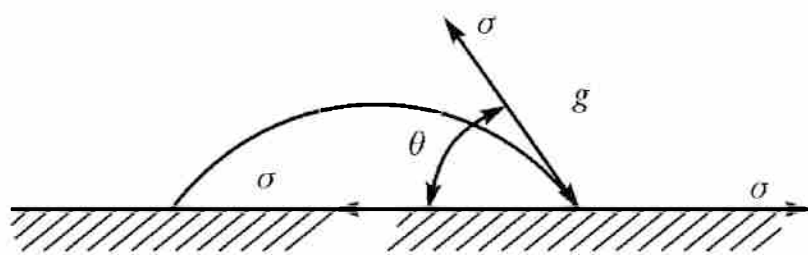
Mineral zarrachaning yuzasi suv bilan ho'llanishi uchun mineral va suv molekulalari orasidagi tortishish kuchi suv molekulalari orasidagi tortishish kuchidan katta bo'lishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, mineral zarracha yuzasining ho'llanishi uchun suv

va mineral orasidagi adgeziya ishi suvning o'zi uchun kogeziya ishidan ortiq bo'lishi kerak.

Tabiiy minerallar suv bilan ho'llanish qobiliyatiga qarab bir-biridan farq qiladi. 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. 102-rasmda mineral zarracha yuzasini havoli muhitda suv bilan ho'llanishidagi sirt taranglik kuchlarining tasiri sxemasi keltirilgan.

Uch fazali ho'llanish perimetriga Q-G va S-Q fazalari ajralish yuzasida hosil bo'luvchi sirt taranglik kuchlari ta'sir etadi. S-G ajralish chegarasidagi sirt taranglik kuchlari ho'llanish perimetriga havo pufakchasi (yoki suv tomchisi) yuzasida urinma bo'ylab ta'sir etadi [12].

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



102-rasm. Mineral zarracha yuzasining havoli muhitda suv bilan ho'llanishidagi sirt taranglik kuchlarining ta'siri sxemasi.

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

ketmaydi va tomchi holda ushlanib turadi (mineral absolyut gidrofob).

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

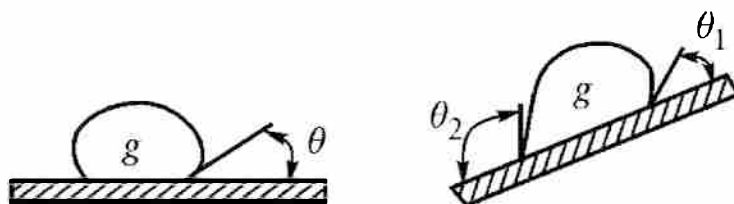
Minerallarning flotatsiyalanishi ular yuzasining suv bilan ho'llanish darajasiga bog'liq. Mineral suv bilan qanchalik yomon ho'llansa, havo pufagi uning yuzasidan suvni shuncha oson siqib chiqaradi, mineralga shuncha kuchli yopishadi va mineralni yuzaga olib chiqadi.

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

Chegaraviy ho'llanish burchagi turli minerallar uchun keng chegarada o'zgarishi mumkin va tabiiy gidrofil kvarsda 0° 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 mineralning gorizontaal yuzasida joylashgan bo'lsa, muvozanatdagi chegaraviy ho'llanish burchagi hosil bo'ladi. Mineral zarracha yuzasi egilganda pufakchanning birikish perimetri bir qancha vaqtga qo'zg'almas va qiymat jihatdan o'zgarishsiz qolishi mumkin, chegaraviy ho'llanish burchagining qiymati esa o'zgaradi.

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



103-rasm. Ho'llanish gisterezisi hodisasi.

Ho'llanish perimetri siljishidagi kechikish ho'llanish gisterezisi deyiladi (103-rasm).

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

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

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

Bu hodisalar natijasida mineral zarrachaning yuzasida suv molekularining yo'naltirilgan (orientirlangan) yupqa qatlami hosil bo'ladi va u gidrat qatlam deyiladi. Suv molekulasida mineralga dipolning mineral zarracha yuzasi zaryadiga teskari zaryadning uchi bilan yo'naltiriladi (orientirlanadi). Yo'naltirilgan suv molekulasining birinchi qatlami boshqa qatlamlar molekularining yo'nalishini belgilaydi. Orientirlangan gidrat qatlamining qalinligi 10^{-9} – 10^{-8} m dan oshmasligi kerak. Gidrat qatlamda suv molekulari mineral zarracha yuzasi bilan mustahkam bog'langan.

Flotatsiya jarayonida minerallashtirilgan havo pufakchalari hosil bo'ladi, ya'ni ularga ko'p sonli mineral zarrachalar yopishadi.

Havo pufakchalarining minerallashtirishi 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 hamda zarrachaning yuqoriga harakatlanayotganida sodir bo'ladi.

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

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

Mineral zarracha va havo pufakchasi yaqinlashganda suv qatlami σ ning erkin energiyasi o'zgaradi. Ular to'qnashguncha yaqinlashganlarida (suv qatlamining qalinligi h_1 dan h_2 gacha kamayadi) suvni uzoqlashtirish sistema erkin energiyasini o'zgartirmasdan mineral zarracha va pufakcha kinetik energiyasining zahirasi ta'sirida oson sodir bo'ladi [12].

Zarracha va pufakchaning undan keyingi yaqinlashishida suv pardasi yupqalashadi, ular gidrat qatlamlarining to'qnashishi sodir bo'ladi, muhitning yaqinlashishga qarshiligi ortadi. Bu maydonda gidrat qatlam qalinligining kamayishi qalin gidrat qatlami molekulalarini surishga sarflanadigan ish bilan kuzatiladi. Bu ish sistemaning qo'shimcha erkin energiyasi zahirasiga aylanadi.

Bu vaqtda mineral zarracha yuzasi va havo pufakchasi orasidagi o'zaro tortishish kuchi hosil bo'ladi, erkin energiya zahiraning

kamayishi bilan kuzatiladigan gidrat qatlamning uzilishi sodir bo'ladi.

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'lchamga ega va termodinamik jihatdan barqaror hisoblanadi. Uni yo'qotish uchun tashqaridan katta miqdorda energiya sarflash kerak.

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, yani jarayonning mineral zarracha malum bir miqdorda ajralishga erishadigan vaqti bilan baholanadi.

Flotatsiyaning malum vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$V_{ur} = \frac{\varepsilon}{t} \quad (7.2)$$

bu yerda, ε -qimmatbaho mineralning t - vaqt mobaynida boyitmaga ajralishi, %

Kimyoviy bog'lanish turlari

Shu vaqtgacha biz yuzasi suv bilan tabiiy ravishda ho'llanmaydigan minerallarning flotatsiyalanishi haqida so'z yuritdik. Biroq, flotatsiya usulida boyitishning keng tarqalgani shu bilan tushuntiriladiki, mineral zarracha yuzasining xossalari sun'iy ravishda o'zgartirilishi, ya'ni gidrofil yoki gidrofob qilinishi mumkin [2, 12].

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

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

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

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

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

Polyar moddalarga misol tariqasida noorganik kislotalarni, tuzlarni keltirish mumkin.

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

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

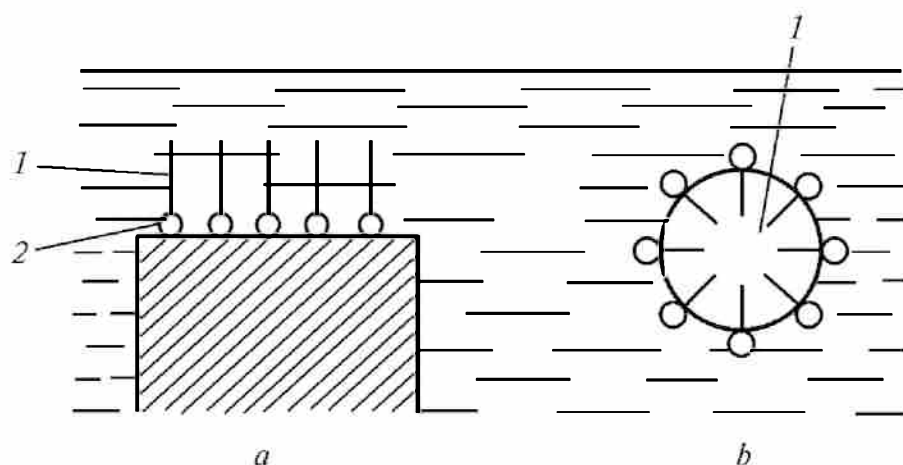
Agar geteropolyar moddani suv-havo ajralish chegarasida joylashtirilsa, uning molekulalari quyidagicha joylashadi: molekulaning faol polyar qismi suv tomonga, apolyar qismi esa – havo

tomonga yoʻnalgan boʻladi. Shunday qilib, havo suv yuzasi bilan emas, balki molekulaning apolyar uchi qatlami bilan chegaradosh boʻladi (yuqoridagi misolda etil spirtining apolyar OH-guruhi bilan).

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

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

Shunga oʻxshash jarayonlar mineral zarracha yuzasida ham ketadi. (104–rasm).



104–rasm. Suv–mineral zarracha (a) va suv–havo (b) chegarasida geteropolyar molekulalarning adsorbsiyalanishi.

Agar mineral yuzasida geteropolyar modda molekulalari adsorbsiyalansa, molekulalar polyar qismi 2 bilan mineral tomonga, apolyar qismi 1 bilan tashqariga yoʻnalsa, mineral yuzasining hoʻllanishi keskin kamayadi va u havo pufakchasiga yopishib, qalqib chiqish qobiliyatiga ega boʻladi [1, 12].

Flotatsiya koʻp sonli havo pufakchalari bilan toʻyingan boʻtana amalga oshiriladi. Bunday boʻtana aeratsiyalangan boʻtana

deyiladi, havo pufaklarining hosil bo'lish jarayoni esa bo'tanani aeratsiyalash deyiladi. Aeratsiyalangan bo'tana hosil qilish uchun havo mayda zarrachalarga bo'linadi, bo'tanaga suv-havo chegarasida adsorbsiyalana oluvchi geteropolyar modda kiritiladi, bu bilan havo pufakchalarining yuzaga qalqib chiqqanidan keyin ham yopishishining oldi olinadi.

Shunday qilib, geteropolyar 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 [12, 13].

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 suv-havo 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.

Flotatsiyaning usullari

Flotatsion boyitish (flotatsiya) – bu mineral zarrachalarni ikkita fazalari chegarasida (suyuq – gaz, suyuq – suyuq va b.) tanlab biriktirishga asoslangan foydali qazilmalarni boyitish jarayonidir. Jarayonda ishtirok etuvchi fazalarga bog‘liq holda flotatsiya jarayoni ko‘pikli, plyonkali, moyli, suvyuqmas qattiq yuzali va moyli yuzali turlarga bo‘linadi.

Ko‘pikli flotatsiya – bo‘tanaga yuborilgan havo pufakchalariga yoki gaz pufakchalariga suvda namlanmagan (gidrofob) zarrachalarni biriktirib bo‘tana yuzasiga ko‘tarilib ko‘pik sifatida ajralishiga asoslangan jarayondir. Suv bilan namlangan zarralar esa bo‘tana ichida muallaq holda qoladi.

Plyonkali flotatsiya – shunday jarayonki, bunda harakatlana-yotgan suv oqimi yuzasida gidrofob zarralar ushlanib qoladi, gidrofil zarralar esa cho‘kadi.

Moyli flotatsiya – bo‘tanadagi moy tomchilariga gidrofob zarralarni yopishib yuqoriga suzib chiqishiga asoslangan. Gidrofil zarrachalar esa bo‘tanada muallaq holda qoladi.

Qattiq devor flotatsiyasi – bu mayin shlamlarni (-10 mkm) flotatsiyalash jarayoni bo‘lib, bunda flotatsiyalanuvchi o‘lchamdagi gidrofob zarrachalardan vosita sifatida foydalaniladi. Vositachi zarralarga mayin shlamlar birikib agregatlar hosil qiladi va ular ko‘pik flotatsiyasi singari ajratib olinadi.

Ionli flotatsiya – eritmadan ionlarni ajratib olishga mo‘ljallangan jarayon bo‘lib, mayin dispers gidrofob zarralarni yig‘uvchi reagentlar tasirida ajratib olinadi.

Vakuum flotatsiya – flotatsiya jarayonining bir turi bo‘lib, eritma yoki aralashmadan vakuumda ajratib chiqadigan gaz pufakchalari yordamida amalga oshiriladi.

Elektr flotatsiya – bu suvni elektrolizlashda hosil bo‘ladigan kislorod va vodorod pufakchalarida mineral zarrachalarini flotatsiyalash jarayonidir.

Flokulyar flotatsiya – zarrachalarni reagentlar bilan dastlabki ishlov berish natijasida hosil bo‘lgan flokulalarni ko‘pikka ajratib olishga asoslangan.

Ko‘pikli separatsiya – dastlabki geterogen aralashmani avvaldan tayyorlangan ko‘pik qatlamiga (ko‘pik qatlamini buzmaganda) berish natijasida gidrofil va gidrofob zarralarni ajratish jarayonidir.

Flotogravitatsiya – mineral xomashyoni flotatsiya va gravitatsiya usullarini qo‘llagan holda ajratib olish jarayonidir. Bunda reagentlar bilan ishlov berilgan minerallar aralashmasi gravitatsiya uskunalari (cho‘ktirish mashinasi, boyitish stoli, torayib boruvchi tarnov) boyitiladi.

Hozirgi vaqtda eng ko‘p qo‘llanilayotgan flotatsiya usuli ko‘pikli flotatsiya jarayoni bo‘lib, bunda deyarli barcha turdagi foydali qazilmalarni boyitish mumkin.

Flotatsiya jarayoni flotatsiya mashinasi deb nomlanuvchi boyitish uskunasi amalga oshiriladi. Uskunaning asosiy qismlari qobiq 1, aralashtirish va havo bilan to‘yintirish qurilmasi 2, ko‘pik yig‘uvchi 3 dan tashil topgan (105 – rasm).

Flotatsiya quyidagi ketma - ketlikda amalga oshiriladi:

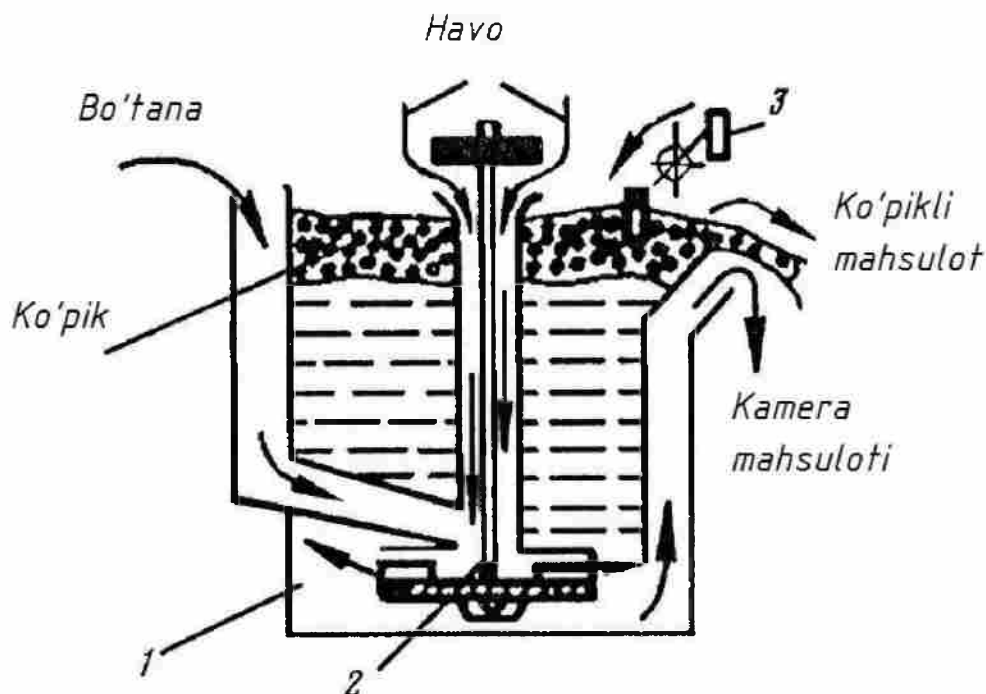
-flotatsiya kamerasiga bo‘tana (mineral zarrachalar va suv aralashmasi) yuboriladi;

-bo‘tanaga flotatsiya reagentlarini yuborish orqali havo pufakchasiga bir turdagi zarrachalarni biriktirish va boshqa turdagi zarrachalarni pufakchaga birikmasligini ta‘minlanadi;

-bo‘tanaga disperslangan havo yuboriladi va ko‘p miqdorda mayda pufakchalar hosil qilinadi. Pufakchalarning barqarorligini ta‘minlash uchun bo‘tanaga ko‘pik hosil qiluvchi reagent qo‘shiladi;

- mineral zarrachalar havo pufakchalari bilan to‘qnashib unga birikadi, minerallashtirilgan kompleks hosil qiladi (106 – rasm) [2, 3, 12];

- minerallashtirilgan pufakchalar boʻtananing yuzasiga suzib chiqadi va (gaz pufakchalari va bir-biriga zich joylashgan minerallarni oʻzida mujassam qilgan) koʻpik qatlamini hosil qiladi;



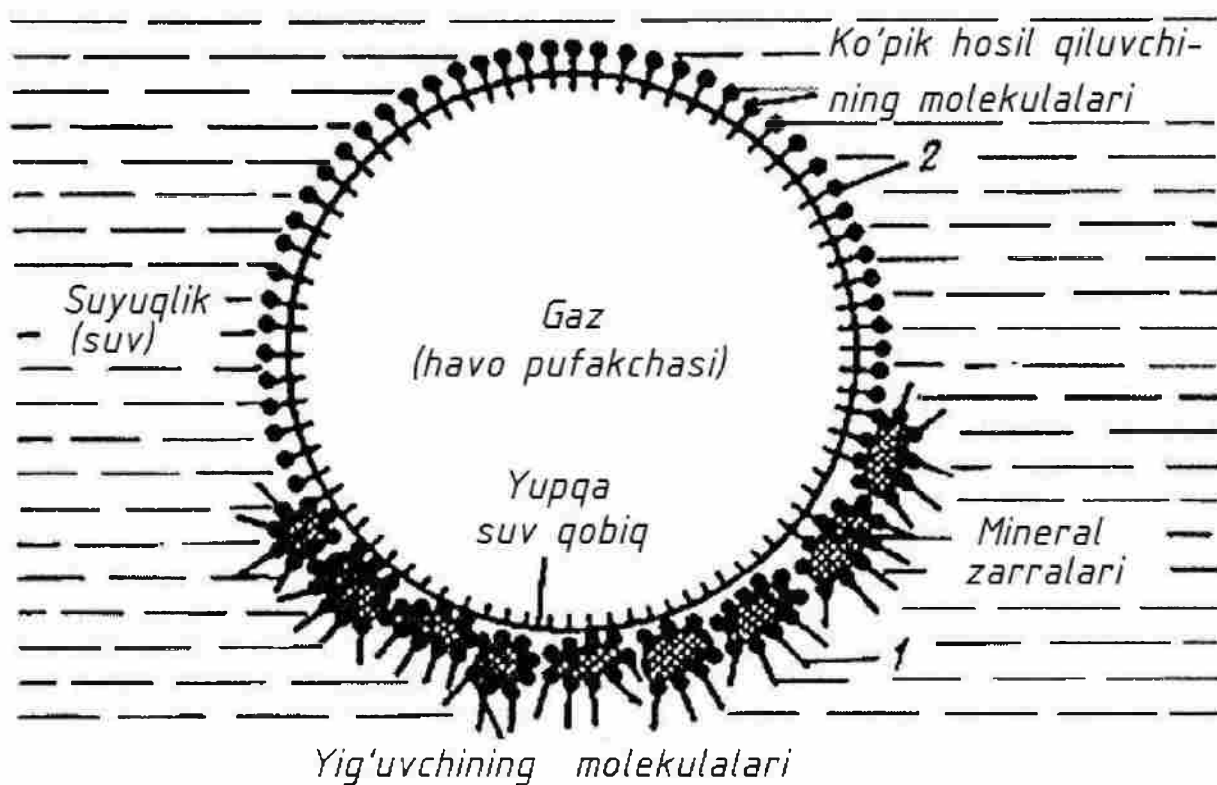
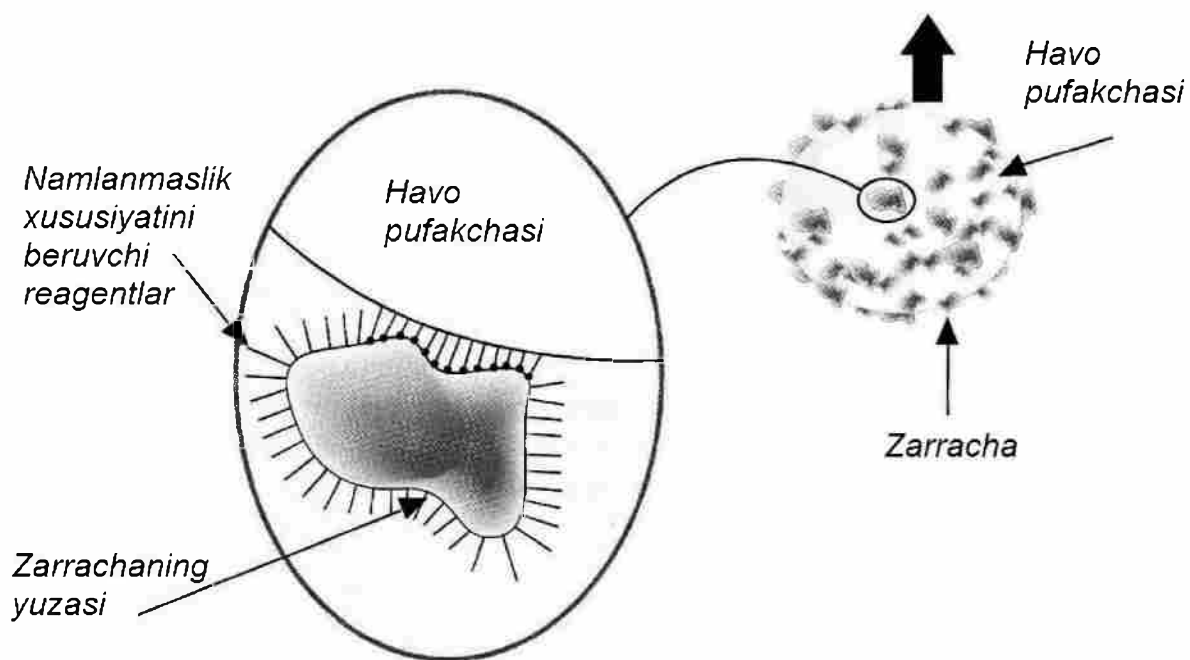
105-rasm. Flotatsiya jarayonining prinsipial sxemasi:
1 - qobiq; 2 - aralashtirish va havo bilan toʻyintirish bloki;
3 – koʻpik yigʻuvchi moslama.

- minerallashtirilgan koʻpik boʻtana yuzasidan maxsus moslama yordamida ajratib olinadi.

Odatda koʻpik qatlamiga foydali minerallar oʻtadi, boʻsh togʻ jinslari esa boʻtana ichida qoladi.

Natijada ikkita mahsulot olinadi: koʻpikli va kamera mahsuloti.

Flotatsiyaning umumiy samaradorligi mineral xomashyoning texnologik xossalariga va flotatsiya jarayonini tashkil qiluvchi har bir ichki jarayonning samaradorligiga bogʻliq.



106-rasm. Minerallashtirilgan havo pufakchasi kompleksining shakllanish sxemasi - bo'tanadagi mineral zarralar: 1,2 - mos holda yig'uvchi va ko'pik hosil qiluvchining qutblanmagan (apolyar) va qutblangan (polyar) qismlari.

7.2-§. Flotatsiya reagentlarining klassifikatsiyasi va qo'llanilishi

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

Flotoreagentlarning tarkibi xilma-xil bo'lib, ularning vazifasi ham turlichadir. Flotoreagentlar vazifalariga qarab uch toifaga bo'linadi:

To'plovchilar (sobirатели, коллектор) – ma'lum mineral zarrachalar yuzalari bilan tanlab reaksiyaga kirishib (ta'sir etib), ularni suv yuqmasligini oshiruvchi organik moddalardir. Suv yuqmasligi (gidrofobligi) oshgan mineral zarracha havo pufakchaga yopishib, dastgohning yuqori qismiga ko'tarilib chiqadi va ko'pik holda to'planadi.

Ko'pik hosil qiluvchilar - suv–havo chegara sirtlarida to'planib, havo pufakchalarini mayda (dispers) holda ushlab turuvchi va bu mayda pufakchalarni bir-biriga qo'shilib yiriklashiga to'sqinlik qiluvchi, sirt faol moddalardir. Ko'pik hosil qiluvchilar o'zlariga minerallarni yopishtirib olib bo'tana yuzasiga ko'tarilayotgan pufakchalarni mustahkamligini, barqarorligini oshirishga xizmat qiladi [2; 12].

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

Mineral yuza va havo pufakchalariga reagentlarni yopishib olishi so'rilish (sorbsiya) hodisasi negizida yuz beradi. So'rilish jarayoni fizikaviy yoki kimyoviy bo'lishi mumkin. Fizikaviy va kimyoviy sorbsiyalarni o'zaro umumiyliigi va bir-biridan farqi

bo'lib, suvda erigan reagentlarni qattiq faza yuzasiga so'rilishi (adsorbsiya) fizikaviy so'rilishdan kimyoviy so'rilishga yoki kimyoviy so'rilishdan fizikaviy so'rilishga o'tib turishi mumkin.

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

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

Kimyoviy so'rilishda esa, energiyaga nisbatan yutiluvchi va yutuvchi moddalarni butun bir sistema deb qarash mumkin, chunki bunda elektron almashuv hodisasi yuz beradi [13].

Qo'shimcha qilib, quyidagilarni aytish mumkin:

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

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

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

Reagentlarning suvli eritmalari minerallar bilan quyidagicha kimyoviy reaksiyaga kirishadi:

Kimyoviy so'rilish (xemosorbsiya). Kimyoviy so'rilishda alohida fazaga ega bo'lmagan kimyoviy birikma hosil bo'ladi, bunda reagent, mineral durlik panjarasining to'yinmagan bog'lariga

soʻriladi va qattiq faza yuzasida monomolekular xarakterga ega boʻlgan birikma hosil qiladi. U qattiq faza bilan bir butun kompleks holda mavjud boʻladi.

Geterogen kimyoviy reaksiya. Bu xemosorbsiya jarayoni-ning hajmiy koʻrinishi boʻlib, oldin reagent qattiq fazaga yutiladi, soʻngra kimyoviy reaksiya sodir boʻladi. Reaksiya natijasida mineral yuzasida yangi hosil boʻlgan birikmadan iborat va alohida faza hisoblanuvchi koʻp qavatli qoplama hosil boʻladi, bu esa mineral zarrachani suv yuqmasligini oshiradi.

Kimyoviy yutilish (adsorbsiya) – xemosorbsiya soʻzi bilan bir xil manoni bildiradi.

Elektrolitlarning suvli eritmalarini mineralga taʼsir qilishi kimyoviy yutilishga kiradi. Kimyoviy yutilishni molekular, ionli, almashuvchi va xos kabi turlari bor.

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

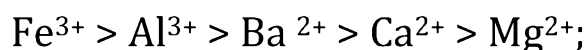
Agar eritma kuchli elektrolitdan iborat boʻlsa, (masalan, NaCl) qattiq faza yuzasiga aytaylik imtiyozli kation soʻrilgan boʻlsa, elektr betaraflikni saqlab qolish uchun albatta anion ham soʻrilishi kerak. Bu ionli yutilish turiga kiradi. Ionlarni qattiq faza yuzasiga imtiyozli yutilishi ion zaryadiga, gidratlanishiga va yutilish natijasida hosil boʻlgan birikmaning eruvchanligiga bogʻliq.

Ionlarni qattiq faza yuzasiga yutilish tartibi quyidagicha:

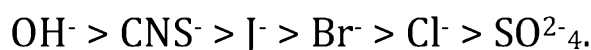
Bir valentli ionlar uchun:



Yuqori valentli ionlar uchun:



Anionlar uchun:



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

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

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

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

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

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

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

7.3-§. To'plovchi reagentlar, ularning vakillari

To'plovchi reagentlar. To'plovchilar mineral zarracha yuzasida adsorbsiyalanib, uni suv bilan ho'llanish xususiyatini kamayti-

ruvchi va havo pufakchalariga yopishishini osonlashtiruv-chi organik birikmalar hisoblanadi.

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

Apolyar to'plovchilar uglevodorodlardan tashkil topgan bo'lib, ular suvda deyarli erimaydilar, ionlarga dissotsiyalanmaydilar va mineral zarracha yuzasi bilan kimyoviy ta'sirlashmaydilar. Apolyar to'plovchilarning ta'sir qilish mexanizmi ularni mineral zarracha yuzasida Van-der-Vals kuchlari hisobiga molekular shaklida o'rnashishidan iborat (molekular adsorbsiya). Molekular adsorbsiya fizik adsorbsiya hisoblanib, adsorbsiyalanuvchi, modda (reagent) bilan mineral orasida molekular (elektrostatik) bog'lanish kuchlari ta'sir etadi [1; 12].

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

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

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

Geteropolyar to'plovchilarning mineral yuzasi bilan ta'sirlashuv mexanizmi yuqorida ko'rib o'tilgan apolyar to'plovchilarniki-

dan tubdan farq qiladi. Geteropolyar to'plovchilarning mineral yuzasida adsorbsiyalanishida polyar guruh mineral yuzasiga tomon yo'nalib, u mustahkam kimyoviy birikma hosil qilib o'zaro ta'sirlashadi. Apolyar guruhi esa suv fazasi tomonga yo'nalib, gidrofob bo'lganligi sababli mineral yuzasini gidrofoblab, uni havo pufakchasiga yopishishini taminlaydi.

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 kationini 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 dissotsiyalanish qobiliyatiga qarab geterogen to'plovchilar ikki guruhga bo'linadi: suvda anion va kationga dissotsiyalanuvchi ionogen hamda suvda erimaydigan noionogen.

Mineral yuzasida adsorbsiyalanuvchi molekula faol qismi zaryadining ishorasiga qarab, geteropolyar 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 polyar qismining kationi kislorod bilan sulfgidril to'plovchilarda esa oltingugurt bilan bog'langan.

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

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

Olein kislotasi 14°C da qotuvchi suyuqlik. Shuning uchun uni muzlatganda 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 , flyuorit CaF_2 , sheelit CaWO_4 , barit BaSO_4 va h.k. minerallarni yaxshi flotatsiyalaydi.

Yog' kislotalarining sovunlari yog' kislotalarni ishqorlar, metal karbonatlari yoki ularning oksidlari bilan neytrallab olinadi. Metallarning sovunlari suvda yog' kislotalarga nisbatan yaxshi eriydi va shu sababli jarayonga suvli eritma holida beriladi.

Tadqiqotlar natijasida shuni ko'rsatadiki, oksidli rudalarni flotatsiyalashda yig'uvchi reagent sifatida olein kislotasining o'rnini bosuvchi soapstok (yog'-moy kombinatlarining chiqindisi) reagentini qo'llash mumkin. Soapstok – yog' kislotasining natriyli tuzi bo'lib, (yog' kislotasi radikalidagi atomlarning o'rtacha soni S_{10} - S_{18} oraliqda), yog'-moy kombinatlarining sanoat chiqindisi hisoblanadi [14].

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

Sulfat kislota uglevodorodlar bilan ta'sirlashganda suv va sulfokislota hosil bo'ladi va ularning tuzlari alkil- va arilsulfonatlar deyiladi. Alkilsulfatlarning molekulasida kislota qoldig'ining oltin-gugurt atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan ($\text{R-SO}_3\text{Me}$), sulfonatlarda esa kislorod orqali bog'langan ($\text{R-O-SO}_3\text{Me}$).

To'plovchilarning bu guruhi fizik–kimyoviy xossalari bo'yicha bir–biriga yaqin, suvda yaxshi eriydi, suvli eritmalarida ionlarga to'liq dissotsiyalanadi. Ular baritli, berilliyli, xromli va boshqa minerallarning hamda sheelit–baritli boyitmalarning flotatsiyasida

ishlatiladi. Bu reagentlar bir vaqtning o'zida ko'pik hosil qiluvchilar vazifasini ham bajaradi.

Alkilsulfatlar – va arilsulfonatlariga 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 [1, 12].

Ksantogenatning nomi ksantogenatdan olingan spirt bilan metallning nomidan hosil qilinadi. Masalan, $C_4H_9OCS_2K$ ksantogenati kaliyning butil ksantogenati deyiladi.

Butil ksantogenatidan tashqari kaliyning etil ksantogenati $C_2H_5OCS_2K$, propil ksantogenati $C_3H_7OCS_2K$ ham keng ishlatiladi. Ulardan tashqari natriy ksantogenatlari ham qo'llaniladi [1, 12].

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

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

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

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 molekulasi-dagi OH–gidroksil guruhi SH–sulfgidril guruh almashtirilgan spirtlar yoki fenollar hisoblanadi. Ularning umumiy formulasi $R-SH(Me)$. Radikalning nomlanishiga bog'liq holda merkaptanlar etilmerkaptan, fenilmerkaptan va h.k. deb nomlanadi. Merkaptanlar

uncha ko'p ishlatilmaydi, suvda kam eriydi, kuchli qo'lansa hidga ega [1, 13].

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.

7.4-§. Ko'pik hosil qiluvchi reagentlar, ularning vakillari

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

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlar sirt faol moddalar (SFM) bo'lib, suv-havo chegara sirtlariga o'z-o'zidan shimilish (adsorbsiyalanib), sirt energiyasini kamaytirish qobiliyatiga ega. Shimilishda polyar (qutblangan) guruh suv tomonda, suv yuqmas uglevodorod radikali esa uning sirtida bo'ladi.

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning molekullari geteropolyar qurilishga ega bo'lib, ularning polyar guruhi, gidroksil (-OH), karboksil (COOH), karbonil (-CO), aminoguruh (NH_2), sulfoguruhlariga (-OSO₂OH yoki SO₂OH) bo'linishi mumkin.

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

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning xossalari ko'proq gidrofob radikalining qurilishiga va uzunligiga bog'liq. Eng oddiy alifatik

radikal. Radikal uzunligi oshib borgan sari ko'pik hosil qilish yaxshilanib boradi, ammo bu ma'lum uzunlikgacha boradi. Radikal haddan tashqari uzun bo'lsa, ularning ko'pik hosil qilish qobiliyati yo'qolib boradi, chunki uzun radikalli reagent molekulari o'zaro tortishib, assotsiatlar (agregatlar) - yirik molekular hosil qiladi, bu esa ko'pik hosil qilish qobiliyatini yo'qotadi.

Ko'pik hosil qiluvchilar ma'lum darajada suvda eruvchanlikka ega bo'lishi kerak. Alifatik ko'pik hosil qiluvchilar orasida kislotalar, aminlar va spirtlar, aromatik birikmalar ichida - spirtlar, aminlar va kislotalar suvda eriydi [12, 13].

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

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

Flotatsiya jarayonida ko'pik hosil qiluvchilar quyidagi funk-siyalarni bajaradi:

Havo pufakchalarining kaollessensiyalanishiga, ya'ni ular o'l-chami kattalashuviga qarshilik qiladi. Havo pufakchalarining yuza-si ko'pik hosil qiluvchining adsorbsiyalangan molekulari bilan qoplangan pufaklar atrofida uning kaollessensiyalanishiga to'siq bo'luvchi hamda qobig'ini mustahkamlaydigan gidrat qatlam hosil bo'ladi. Ko'pik hosil qiluvchi havo pufakchalarining umumiy

yuzasini saqlab turadi va flotatsion mashinada suv–havo ajralish chegarasi ko‘pik hosil qiluvchi qo‘shilmagandagiga nisbatan kattaroq bo‘ladi [12].

Bo‘tanada havo pufakchalarining harakatlanish tezligini susaytiradi. Ko‘pik hosil qiluvchining adsorbsiyalangan molekulalari 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 ularni bo‘tanada bo‘lish vaqtini uzaytiradi va havo pufakchalarining minerallashish ehtimolini oshiradi.

Bo‘tana yuzasiga qalqib chiqqan havo pufakchalarining o‘chib qolishiga to‘sqinlik qiladi. Qalqib chiquvchi pufakcha va bo‘tananing yuzasi orasidan suv kapillyar kuch va og‘irlik kuchlari ta‘sirida chiqib ketadi. Qobiq yupqalashgani sari suyuqlikning bug‘lanishi ko‘proq rol o‘ynaydi. Qobiq tez yupqalashadi va pufakcha yoriladi. Ko‘pik hosil qiluvchining havo pufakchasi yuzasida adsorbsiyalangan molekulalari hamda molekulaning polyar guruhlar atrofidagi gidrat qatlam suv molekulasini ushlab qolib qobiq yupqalashishini qiyinlashtiradi. Havo pufakchasi yuzasidagi ko‘pik hosil qiluvchi molekulasining qobig‘i ular yuzasining buzilish (o‘chib qolish) xavfi bo‘lgan joylarda mahkamlanishga qodir qiladi. Ko‘pik hosil qiluvchi ishtirokida bo‘tana yuzasida yetarli darajada mustahkam ko‘pik hosil bo‘ladi [2, 13].

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

Ko‘pik hosil qilish xossasiga tarkibida turli polyar guruhlarini saqlovchi ko‘p sonli moddalar ega. Yaxshi ta‘sir etuvchi ko‘pik hosil qiluvchilar o‘z tarkibida quyidagi polyar guruhlarining birini

saqlaydi: -OH (gidroksil), -COOH (karboksil), =S=O (karbonil), NH₂-amin va SO₂OH-(sulfoguruh).

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

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

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

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

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

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

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

Ko'pik hosil qiluvchi reagentlarning ta'sir qilish mexanizmi

Ko'pik hosil qiluvchi reagent molekulari havo pufakchalariga shimilib, (adsorbsiyalanib) pufakchanning gidrat pardasini mustahkamligini oshiradi. Sababi, reagentning polyar (gidrofil) tomoni suv molekulari bilan faol reaksiyaga kirishishadi va o'z navbatida gidrat pardadagi suv molekulari hajmidagi suv

molekulalariga nisbatan betaraf bo'lib qoladi (yani, gidrat pardadagi suv molekulasi bilan hajmdagi suv molekulasi orasidagi tortishish kuchi kamayadi). Reagent shimilgan ikkita pufakcha o'zaro to'qnashsa, ular qo'shilib yirik pufak hosil qilmaydi, chunki ularning sirti betaraf, devori mustahkam. Agar, reagent shimilmagan pufakchalar to'qnashsa, gidrat parda yorilib, ular birlashadi va yirik pufakcha hosil bo'ladi.

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

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

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

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

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

3) Ba'zi bir hollarda, ko'pik hosil qiluvchi reagentlar yig'uvchi reagent eritmasini dispersligini oshirib, uskuna hajmida (muhitda) teng tarqalishini taminlaydi [2; 13].

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

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

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

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

Sanoatda ishlatiladigan ko'pik hosil qiluvchi reagentlar

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

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

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

Butil spirtini olishdagi qoldiq - radikalida 8 tadan ko'p uglevodorod atomi bo'lgan spirtlar, oktil, butil spirtlari va aldegidlarning aralashmasi ko'mirni flotatsiyalashda ishlatiladi.

Penoreagent - radikalida 4-8 tagacha uglerod atomi bo'lgan spirtlar aralashmasi, geksil spirtiga hisoblaganda 45 % spirti bor bo'lib, ko'mirni boyitishda ishlatiladi [11].

Siklogeksanol - siklli spirt, quyidagi qurilishga ega bo'lib, ko'p metalli rudalarni selektiv flotatsiyalashda ishlatiladi.



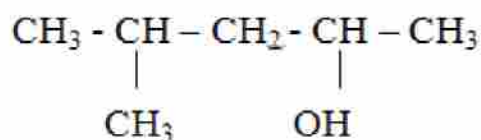
T-66 – ko‘p moddalar aralashmasi, 60-80 % dioksan va piran spirtlaridan tashkil topgan, ko‘mir va bir qancha rudalarni boyitishda ishlatiladi.

Qarag‘ay yog‘i – terpen qatoridagi aromatik spirtlar aralashmasi, tarkibida 40÷60% terpenol bo‘lib, universal ko‘pik hosil qiluvchi reagent hisoblanadi.

OPSB reagenti – polipropilenglikollarning monobutil efirlari, umumiy tenglamasi $\text{R-O-(C}_3\text{H}_6\text{O)}_n\text{-H}$ ko‘rinishida bo‘ladi (bu yerda $n = 2, 3, 4, 5\dots$), mis-molibden rudalarini boyitishda foydalaniladi [2, 12].

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

Metilizobutylkarbinol (MIBK) – ikkilamchi spirt bo‘lib, ko‘mir va rudalarni boyitishda ishlatiladigan istiqbolli reagent hisoblanadi.



7.5-§. Faollashtiruvchi reagentlar, ularning vakillari

Faollashtiruvchilar mineral zarracha–suv ajralish chegarasida ta‘sir etadi. Ular minerallarning flotatsiyalanish xususiyatini yaxshilash uchun qo‘llaniladi. Faollashtiruvchilar to‘plovchini mineralga bog‘lanishiga imkoniyat yaratadi. Faollashtiruvchilarning ta‘siri mineral zarracha yuzasida to‘plovchi oson adsorbsiyalanadigan parda hosil qilishi yoki mineral zarrachadan so‘ndiruvchini chetlashtirishdadir. To‘plovchi to‘g‘ridan – to‘g‘ri ta‘sirlashmaydigan yoki kuchsiz ta‘sirlashadigan minerallarning flotatsiyasida

mineral zarracha yuzasi faollashtiruvchi parda bilan qoplanadi. So'ndiruvchi pardasining erishi so'ndiruvchining ta'sirini yo'qotish kerak bo'lganda amalga oshiriladi [1, 13].

Flotatsiya amaliyotida faollashtiruvchilar sifatida mis kuporosi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 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 so'ndirilgan bo'lsa, u sianidni bog'laydi va sfalerit yuzasida sfalerit bilan mustahkam bog'langan mis sulfidini hosil qiladi. Ksantogenat mis sulfidi pardasida sfaleritning tabiiy yuzasidagiga nisbatan mustahkamroq bog'lanadi. Mis kuporosi pirit va pirrotinni kuchsizroq faollashtiradi.

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

Natriy sulfidi rangli metallar oksidli minerallarini sulfidlash-tirishda ishlatiladi. Bunda mineral zarracha yuzasida oksid parda hosil bo'ladi. Bo'tanada mineral parda bilan ta'sirlashish va kislorod bilan oksidlanish natijasida erkin sulfid ionlarining soni asta-sekin kamayib boradi va ular yo'qolishi bilan ksantogenatni oksid parda yuzasida hosil bo'lgan sulfid parda yuzasida adsorbsiyalanishiga imkoniyat tug'iladi. Shu paytda oksidlangan minerallar yaxshi flotatsiyalanadi. Keyinchalik, sulfid parda oksidlanadi va unga mahkamlangan ksantogenat bilan birgalikda qat-qat bo'lib ko'chadi hamda flotatsiya to'xtaydi. Flotatsiyani qayta tiklash uchun qayta sulfidlash amalga oshiriladi [2, 13].

Havo kislorodi sulfidli minerallar yuzasini va bo'tanadagi erkin sulfid ionlarini oksidlash natijasida faollashtiradi. Sulfidli minerallar yuzasini qattiq oksidlanib ketishi ham zararli, chunki bunda to'plovchining sarfi ortib ketadi.

Faollashtiruvchi va so'ndiruvchi degan atamalar nisbiy bo'lib, bir vaqtning o'zida moslovchi reagent har xil minerallar uchun faollashtiruvchi va so'ndiruvchi bo'lishi mumkin. Masalan, natriy sulfidi rangli metallarning oksidli minerallarini faollashtiradi ammo sulfidli minerallarni tazyiqlaydi. Bundan tashqari, qo'llanilish sharoitiga ko'ra bir moslovchi reagentning o'zi ham tazyiqlovchi, ham faollashtiruvchi bo'lishi mumkin. Natriy sulfidi bo'tana tarkibida kam konsentratsiyada oksidlangan minerallarni faollashtiradi. Konsentratsiyasi ma'lum miqdorga yetgandan so'ng o'zining tazyiqlovchi harakatini namoyon qiladi [13].

Faollashtiruvchi moslovchilarga quyidagilar taalluqlidir:

1) og'ir metallarning suvda eruvchi tuzlari (sfalerit ZnS , pirit va kvars uchun);

2) ishqoriy metallarning suvda eruvchi tuzlari (kvars va sulfidlanmagan minerallar uchun);

3) suvda eruvchi sulfidlar – natriy sulfidi (rangli metallarning oksidlangan rudalari uchun - serussit $PbCO_3$, malaxit $CuCO_3$ $Cu(OH)_2$);

4) kislorod (sulfidli va sulfidsiz minerallar uchun).

Faollashtiruvchilar faollashtirilayotgan mineral yuzasiga yig'uvchi reagentning birikishi uchun xizmat qiladi. Faollashtiruvchilarning ta'siri tanlovchan va vaqtincha bo'lishi maqsadga muvofiq. Tazyiqlovchilar qo'shilganda faollashtiruvchilarning qarshi ta'siri sezilmasligi kerak.

Faollashtirishning asosiy mexanizmlari:

1 – faollashgan yuza birikishni hosil qilish,

2 – yuzadan tazyiqlovchi qatlamni eritib yo'qotish.

Minerallarni selektiv flotatsiyalashni faqatgina yig'uvchi va ko'pik hosil qiluvchi reagentlar bilan amalga oshirib bo'lmaydi. U moslovchi reagentlar yordamida amalga oshirilib, ular orasida faollashtiruvchilar muhim o'rin egallaydi. Faollashtiruvchi reagentlar sifatida noorganik birikmalar: kislotalar, ishqorlar, ishqoriy yer metallari tuzlari va og'ir metallar tuzlari, kompleks hosil qiluvchi

birikmalar va boshqalar. Ularni qo'llashdan asosiy maqsad mineral yuzasiga yig'uvchining so'rilishini ta'minlab, ajratilayotgan mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun uning yuzasini suvda namlanmasligini oshirishdan iborat.

Yig'uvchilarning fizikaviy va kimyoviy so'rilishining rolini o'rganish natijalari minerallarni flotatsiyalanishini faollashtirish yig'uvchilarning so'rilish qatlamini hosil qilish mineral yuzasining dastlabki namlanmaslik darajasining oshishi bilan bog'liqligini o'rganishga yordam beradi. Bunga quyidagi faollashtiruvchi reagentlarni qo'llash orqali erishilib, ular quyidagicha ta'sir qiladi:

- mineral yuzasini tazyiqlovchi qobiqdan kimyoviy tozalash va yig'uvchilar bilan ta'sirlashib, ularning yuzasida kerakli miqdorda so'rilgan qatlam hosil qilish uchun elementlarning kristall panjaralarini ochish;

- yig'uvchilarni bog'lanishi uchun markaz hisoblangan ionlarni mineral yuzasiga kimyoviy so'riltirish;

- yig'uvchining yuzaga so'rilishi uchun yaxshi sharoit yaratuvchi sorbsion qobiq hosil qilishga olib keladigan geterogen kimyoviy reaksiya paydo qilish.

Yuzani kimyoviy tozalash yo'li orqali reagentlarning faollashtirish mexanizmi

Minerallarni flotatsiyalashning bunday mexanizmiga misol bo'lib kislotalarning faollashtiruvchi xususiyati xizmat qiladi.

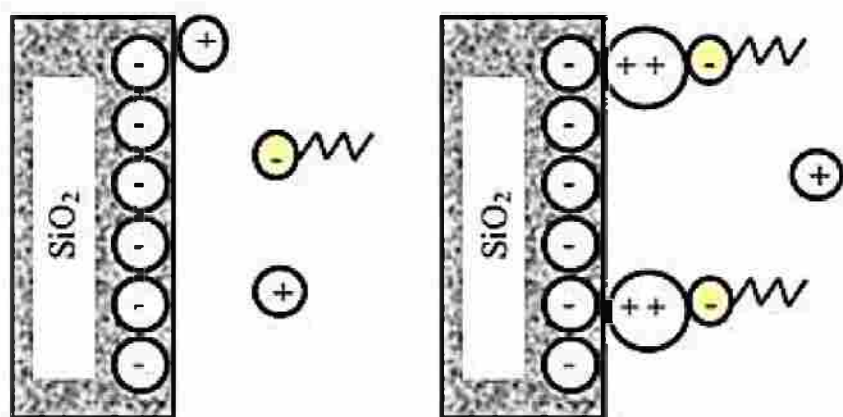
Masalan, sulfat kislota oksidlangan pirit rudalarini flotatsiyalashda faollashtiruvchi hisoblanadi. Temir sulfidlari kuchli oksidlanganda ularning yuzasi gidrofil oksidlanish mahsulotlaridan iborat, na ion, na elektron o'tkazmaydigan ekran bilan qoplanadi. Shu sababli ksantoganetlarning sulfidli yuzalar bilan ta'sirlashishi juda kuchsiz va bog'langan yig'uvchi reagent oksidlanish mahsulotlarining gidrofillashtirish harakatini to'xtatishga qodir bo'lmaydi. Kislota qo'shilgandan so'ng oksidlangan gidrofil temir birikmasi eriydi, sulfidli yuza ochiladi va mineralning samarali

flotatsiyalanishi uchun kerak bo'ladigan yig'uvchining sorbsion qatlami hosil bo'lishiga olib keladi [12].

Ushbu mexanizm bo'yicha tarkibida nikel saqlagan pirrotinlarni faollashtirish uchun yaxshi natijalarga ko'p asosli kislotalarni, masalan shavel kislotasini yoki yangi tayyorlangan sulfat kislotasini qo'llash orqali erishiladi.

Yuzadagi qobiqni kislota yordamida eritish kassiterit, ilmenit, folframit, flyuorit va boshqa minerallarning oksigidril yig'uvchi reagentlar bilan flotatsiyalanish qobiliyatini oshiradi. Masalan, ftorit kislotasining berilni faollashtirish uchun qo'llanilishi mineral yuza sirtidan gidrofil kremniy kislorodli cho'kmalarni eritishi hisobiga beril kationlarini yuzasini ochib, oleatning kimyoviy so'rilish ulushini oshirishga xizmat qiladi va mineral yuzasida yig'uvchining optimal so'rilgan qatlami hosil bo'lishiga imkon yaratadi.

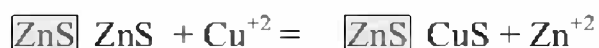
Xuddi shunaqa mexanizmda oksigidril yig'uvchilar yordamida flotatsiyalashda faollashtiruvchi sifatida ishqorlar va kompleks hosil qiluvchi birikmalar (sianidlar, fosfatlar, ftoridlar va h.k.) qo'llaniladi. Masalan, o'yuvchi natriyning yuqori konsentratsiyasi silikatlarining qisman erishiga olib keladi. Bu esa spodumenni tanlab faollashtirishda qo'llaniladi.



107-rasm. Kvars. Faollashgunga qadar va so'ng

O'z navbatida sianidlar kuchli oksidlangan mis sulfidlarini faollashtiruvchi hisoblanib, bunda misning oksidlangan birikmalari sianid yordamida oson eriydi. Ammo faollashtirish jarayonini o'tkazishda xushyor bo'lish zarur. Oksidlangan qobiqni eritishda ortiqcha sianid mis sulfidlarini ularni sulfgidril yig'uvchilar bilan flotatsiyalashda tazyiqlab qo'yishi olib keladi.

Sfaleritni mis tuzlari bilan faollashtirish [13].



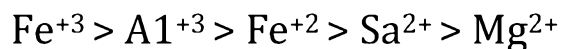
Misol: Kvarsni ikki valentli og'ir metallar kationlari bilan faollashtirish. Kvars olein kislotasi bilan flotatsiyalanmaydi, chunki unda o'zida qiyin eruvchi sovun beradigan kation saqlamaydi. Yig'uvchi toza kvarsda so'riladi, lekin aloqa mustahkamligi katta emas. Kvars faollashtirilgandan so'ng olein kislotasi bilan flotatsiyalanadi. Ular elektrostatik yoki kimyoviy o'zaro ta'sirlashadi.

Yuzani kimyoviy so'rilish yo'li orqali reagentlarni faollashtirish mexanizmi

Reagentlarning bunday faollashtirish mexanizmiga yaqqol misol sifatida silikatli minerallarni ishqoriy yer metallari tuzlari (kalsiy, bariy va b.) va og'ir metallar tuzlari (qo'rg'oshin, mis, temir va b.), sfalerit va temir sulfidlarini mis tuzlari, aluminiy silikatlarini kationli yig'uvchilar mavjud muhitda ftorit kislotasi faollashtirishini keltirish mumkin.

Ishqoriy yer metallari va og'ir metallar tuzlarining silikatli minerallarni faollashtiruvchi harakati sulfidsiz minerallarni oksigidril yig'uvchilar yordamida selektiv flotatsiyalashda katta ahamiyatga ega. O'zining yuzasida qiyin eruvchi sovun hosil qiluvchi kationlari bo'lmagan minerallar, masalan, kvars bunday yig'uvchilar yordamida flotatsiyalanmaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sof kvars yuzasiga oleat eritmasidan faqatgina olein kislotasining molekulalari adsorbsiyalanib, bu adsorbsiyalanish kimyoviy birikishsiz (so'rilishsiz) sodir bo'ladi va flotatsiyalanishga olib kelmaydi. Ammo, kvars ikki valentli va og'ir metal kationlari

yordamida oson faollashadi va shundan so'ng oleat yoki boshqa oksigidril yig'uvchilar yordamida flotatsiyalanib boshlaydi. Ular faollashtirish qobiliyati bo'yicha quyidagicha joylashadi:



Oksigidril yig'uvchilarning xuddi shunday ta'sir qilish mexanizmi nafaqat boshqa kationlar bilan (masalan, uch valentli temir yoki aluminiy) faollashtirilgan silikatli minerallarni (kvars, dala shpati va b.) flotatsiyalashda, balki kassiteritni flotatsiyalashda ham bir xildir.

Kassiteritning toza yuzasi bilan olein kislotasining o'zaro ta'sirlashishi natijasida u faqat molekular holatda adsorbsiyalanadi va mineral flotatsiyalanmaydi. Agar kassiteritning yuzasi ko'p valentli metallar ionlari bilan faollashtirilsa, u holda yig'uvchining birikishi kimyoviy so'rilish orqali sodir bo'ladi va mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun yetarli so'rilgan qatlam hosil bo'ladi.

Og'ir metall tuzlarining faollashtiruvchi ta'siri sulfidli minerallarni sulfidril yig'uvchi reagentlar yordamida selektiv flotatsiyalashda muhim rol o'ynaydi.

Deyarli barcha polimetall rudalarni boyitish fabrikalarida rux sulfidlarini faollashtirish uchun mis kuporosi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) qo'llaniladi. Yig'uvchi reagentning kimyoviy so'rilishi mavjudligiga qaramasdan faollashtirilmagan sfaleritning yomon flotatsiyalanishi ksantogenatli ionlarning diksantogenidgacha oksidlana olmaganligiga bog'liq bo'lib, ushbu mineral yuzasining yuqori manfiy zaryadlanganligi bilan izohlanadi.

7.6-§. So'ndiruvchi reagentlar, ularning vakillari

So'ndiruvchi reagentlar. So'ndiruvchilar mineral zarracha-suyuqlik ajralish chegarasida ta'sir etib, mineral yuzasini suv bilan

ho'llanishini oshiruvchi va unda to'plovchining mahkamlanishiga qarshilik ko'rsatuvchi moddalardir [1].

So'ndiruvchilarning mineral yuzasida ta'sirlashuv mexanizmi turlicha bo'lishi mumkin.

So'ndiruvchilar bo'tanadan ko'pikka o'tishi kerak bo'lmagan minerallarning flotatsion qobiliyatini susaytirish maqsadida qo'llanadi. So'ndiruvchilar selektiv ravishda ta'sir qilishi kerak. So'ndirish boshqa reagentlar yordamida yo'q qilinishi mumkin. So'ndiruvchining ta'sir qilish mexanizmi uning kimyoviy va fizik-kimyoviy xossasiga qarab quyidagi to'rt sxemaning biri bo'yicha ifodalanishi mumkin. (108-rasm) [2; 13].

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 (108-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 (108-rasm, b).

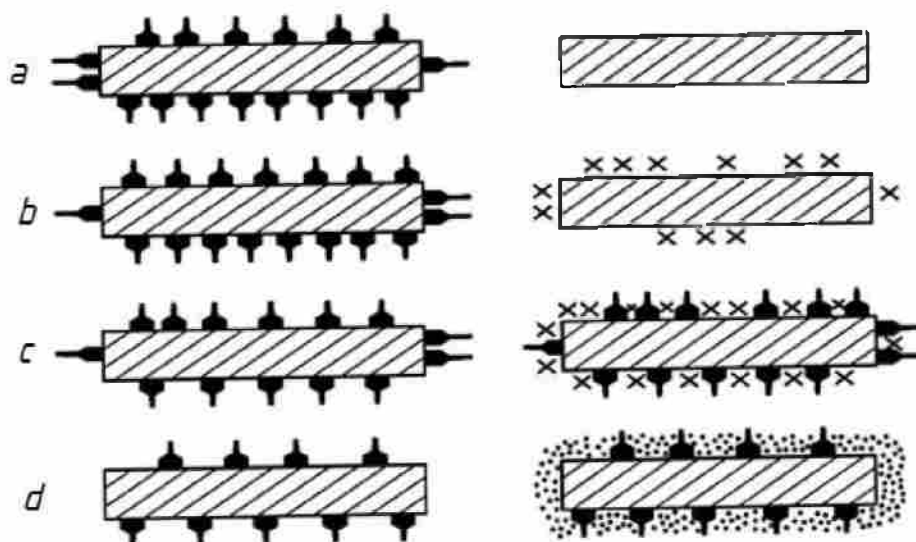
3. So'ndiruvchi to'plovchini siqib chiqarmasdan mineral zarracha yuzasining gidrofilligini oshiradi. (108-rasm, c). So'ndiruvchini to'plovchidan oldin kiritilsa, mineral zarracha yuzasida gidrofob parda hosil bo'lmaydi. So'ndiruvchining konsentratsiyasi yuqori bo'lib, uzoq vaqt ta'sir qilsa, mineral 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 (108-rasm, d). 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 choʻkmasi choʻkadi, va mineral flotatsiyalanish qobiliyatini yoʻqotadi.

Sianidlar mis minerallari, pirit, sfalerit, kumush, simob, kadmiy va nikel minerallari uchun yaxshi soʻndiruvchi hisoblanadi. Ular mis–ruxli, qoʻrgʻoshin–ruxli, mis–qoʻrgʻoshin–ruxli va mis–molibdenli rudalarni boyitishda ishlatiladi [12].



108–rasm. Soʻndiruvchining taʼsir qilish sxemasi:

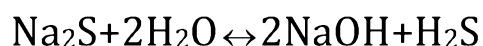
- a) mineralning tabiiy yuzasi ochildi; b) mineral zarracha yuzasida toʻplovchi qatlami soʻndiruvchining pardasi bilan almashtirdi; c) toʻplovchi bilan band boʻlmagan yuzalarda soʻndiruvchining pardasi hosil boʻldi; d) toʻplovchi bilan band boʻlmagan yuzalarda gidrofil shlamning qalin qatlami oʻtirdi.

Rux kuporosi $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ mustaqil tarzda yoki sianidlar bilan birgalikda sfaleritni depressiyalash uchun, shuningdek mis–ruxli, qoʻrgʻoshin–ruxli boyitmalarni ajratish uchun ishlatiladi. Mustaqil soʻndiruvchi sifatida rux kuporosi rux boyitmasini temir va mis aralashmalaridan sodali muhitda teskari flotatsiya usuli bilan tozalashda rux karbonatining gidrofil choʻkmasi hosil boʻlib, ularning flotatsiyasini soʻndiradi, mis va temirning sulfidlari esa flotatsiyalanadi.

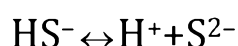
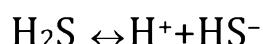
Natriy sulfidi – Na₂S sulfidli va nosulfid minerallarning flotatsiyasida keng ishlatiladi.

U molibdenitdan tashqari hamma rangli, qora va kamyob metallar sulfidlarini flotatsiyalanish qobiliyatini soʻndiradi.

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



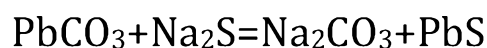
Hosil boʻlgan sulfid kislotasi H₂S ikki bosqichda ionlarga dissotsiyalanadi.



Muhitning pH iga qarab boʻtanada H₂S, HS⁻ va S²⁻ ionlari ishtirok etishi mumkin boʻlib, ular minerallarga kuchli darajada taʼsir qiladi [1].

HS⁻ va S²⁻ ionlarining soʻndiruvchi xususiyati toʻplovchini mineralga adsorbsiyalanishini toʻxtatishda, shuningdek, adsorbsiyalanishga ulgurgan toʻplovchini qaytarib chiqarishga asoslangan. Natriy sulfidining bu xususiyati sulfidli kollektiv boyitmani selektiv flotatsiyalashda ishlatilib, bunda molibdenitdan tashqari barcha sulfidlar yuzasidan ksantogenat ionlari siqib chiqarilib, flotatsiya toʻxtaydi.

Natriy sulfidi, shuningdek, ogʻir rangli metallar oksidli minerallarini yaxshi sulfidlovchi hamdir. Masalan, serussitni natriy sulfidi bilan sulfidlashda mineral yuzasida qoʻrgʻoshin sulfidining pardasi hosil boʻlib, buning natijasida serussit ksantogenatlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi.



Kaliyning ikki xromli nordon tuzlari $K_2Cr_2O_7$ 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 silikatlarni, shuningdek, kalsit va flyorit, kalsit va sheelit kabi flotatsion xususiyatlari bir-biriga yaqin minerallarni ajratishda so'ndiruvchi sifatida ishlatiladi. Suyuq shishaning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi o'rganilmagan [1, 12].

Organik so'ndiruvchilar (kraxmal, dekstrin, karboksimetilsellyuloza) so'ndirish qobiliyatini bo'tanada kolloid zarrachalarni hosil qilish va ularni mineral zarracha yuzasiga yopishishi natijasida sodir etadi. Kraxmal va dekstrinni mis minerallarini ajratishda, molibdenitning flotatsiyalanish xususiyatini so'ndirishda hamda temirli rudalarni flotatsiyalashda ishlatish mumkin. Uning sarfi 0,1–0,15 kg/t. Karboksimetil sellulozaning suvda eruvchi natriyli tuzi tarkibida talk kabi flotoaktiv silikatlarni saqlovchi sulfidli rudalarni flotatsiyalashda ishlatiladi.

Tazyiqlovchi reagentlarning faollashtiruvchi ta'sirining asosiy mexanizmi va maqsadi

Xossalari bir biriga yaqin bo'lgan minerallarni flotatsiyalash yordamida ajratishda maksimal tanlovchanlikka ega bo'lish uchun tazyiqlovchi reagentlar qo'llaniladi.

Agar mineralning samarali flotatsiyalanishi uchun ikkita shart (mineral yuzasini yig'uvchi reagent yordamida namlanmasligini oshirish va namlanmasligi oshirilgan zarralarni yig'uvchi reagent yordamida pufakchalarga birikishi) bo'lsa, unda ularning flotatsiyasini tazyiqlash uchun bu shartlarning atigi bittasini bajarmaslik yetarlidir. Bunga odatda tazyiqlovchi reagentlarni qo'llash orqali

erishiladi. Amaliyotda ko'p qo'llanadigan tazyiqlovchilarga ishqorlar, sianidlar, natriy sulfidi, sulfid kislotali rux, sulfat kislotasi va uning tuzlari, (FeSO_4) va natriy sulfati aralashmasi, suyuq shisha, bir qancha yuqori molekulali organik birikmalar va boshqalar kiradi. Tazyiqlovchi reagentlarni tanlashda asosiy qiyinchilik ularning ajratilayotgan minerallarga nisbatan yetarlicha tanlovchanlikka ega bo'lmasligidir. Reagentlarning tazyiqlovchi ta'sirining asosiy mexanizmiga quyidagilarni kiritish mumkin:

1. Mineral yuzasidan yig'uvchi reagent birikmalarini eritib yuborish va mineral yuzasiga yig'uvchi reagentning birikishiga to'sqinlik qilish. Bunday mexanizmga misol qilib, mis sulfidlari yoki mis kuporosi bilan faollashtirilgan sfaleritni flotatsiyalashda sianli tuzlarning tazyiqlovchi ta'sirini ko'rsatish mumkin. Tazyiqlovchi mavjud bo'lmaganda yig'uvchi reagent ularning yuzasiga birikadi. Bo'tanaga sianli tuzlarni qo'shish misning ksantogenatli birikmalarini buzilishiga olib keladi. Oqibatda mustahkam mis sianli kompleks ionlar $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$, $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$, $\text{Cu}(\text{CN})_3^{4-}$ hosil bo'ladi. Buning natijasida mineralning gidrofil yuzasi ochilib qoladi va flotatsiyalanish qobiliyati yo'qoladi [13].

2. Yig'uvchi reagent ionlarini tazyiqlovchi ionlari bilan siqib chiqarish va mineral yuzasida qiyin eruvchi gidrofil birikmalar (qobiq) paydo qilish. Bunday mexanizmga misol sifatida yig'uvchi reagent ionlari bilan raqobatlashadigan va ular bilan yuzada almashadigan gidroksid OH^- va sulfid S^{2-} ionlarining tazyiqlovchi ta'sirini keltirish mumkin.

3. Yig'uvchi reagentni siqib chiqarmasdan turib mineral yuzasini namlanish darajasini oshirish. Mineral yuzasining energetik har xilligi unda yig'uvchining teng tarqalmasligiga olib keladi. O'rtacha namlanmaslik, masalan, sulfidli yuza yig'uvchi reagent bilan qoplangan maydon ($\text{Me}_\alpha\text{Kx}\beta$) va yig'uvchi reagent bilan band bo'lmagan toza gidrofob maydon ($\text{Me}_\alpha\text{SxO}_u$) yig'indisiga teng. Tazyiqlovchi qo'shilganda u yuzaning yig'uvchi bilan band bo'lmagan maydoniga birikib, uning namlanishini tezlik bilan oshiradi. Bu

yuzaning o'rtacha gidrofilligini yig'uvchini siqib chiqarmagan holda oshiradi va mineralning flotatsiyalanuvchanligi yomonlashadi. Bunday mexanizmga misol qilib, galenit flotatsiyasiga xromat va fosfatlarning tazyiqlovchi ta'sirini keltirish mumkin.

4. Tazyiqlanadigan mineral yuzasiga organik yoki noorganik zarralarni biriktirish. O'ta mayda va kolloid zarrachalar doimo yig'uvchi reagent ionlaridan yoki molekulalaridan ancha ko'p. Ular mineral yuzasining yig'uvchi bilan band bo'lmagan maydoniga birikib yig'uvchining so'rilishiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun pufakcha va mineral zarracha orasidagi to'qnashish va flotatsiyalanish sodir bo'lmaydi. Bu mexanizmda minerallarni flotatsiyalashda tazyiqlovchi sifatida suyuq shisha, reagentlarning ta'sirlashishidan hosil bo'lgan cho'kindi mahsulotlar va yuqori molekulali organik moddalar qo'shiladi.

Ishqoriy reagentlarning tazyiqlovchi ta'siri

Ishqoriy reagent sifatida eng ko'p soda, oxak va o'yuvchi natriy ishlatiladi. Anion yig'uvchilar mavjud bo'lgan muhitda ular yordamida deyarli barcha minerallar flotatsiyasi tazyiqlanadi. Ishqoriy reagentlarning tazyiqlovchi ta'siriga mis sulfidi va mis kuporosi bilan faollashtirilgan sfaleritning turg'unligi (chidamliligi) yuqori, temir sulfidining turg'unligi (chidamliligi) esa past. Shuning uchun ushbu minerallarni flotatsiya usulida ajratishda ko'pincha ishqoriy reagentlar qo'llaniladi.

Ishqoriy reagentlar asosan ikkinchi mexanizm bo'yicha tazyiqlaydi. Bo'tanadagi gidroksid ionlari konsentratsiyasining oshishi sulfidlar yuzasidan ksantogenat ionlarining chekinishiga olib keladi.

Flotatsiyalanuvchi bo'tanada mayin shlamlarning koagulyatsiyasi va ularning yirikroq zarrachalar yuzasiga yopishishi kuzatiladi. Shlamlarnng yopishishi, hoh u gidrofob bo'lsin, hoh gidrofil bo'lsin, yirik zarralarni flotatsiyalanishini pasaytiradi. Gidrofil zarrachalar zarra va pufakcha orasidagi gidrat qatlamni

parchalanishini to'xtatsa, gidrofob zarrachalar esa pufakchaga yopishib olib, yirik zarralarni pufakchadan ajralib qolishini kuchaytiradi [13].

Mayin shlamlarni koagulyatsiyasi aksariyat hollarda tanlovchan hisoblanmaydi. Bunda har xil minerallarning shlamli zarrachalari bir biriga yopishib, o'lchami kattalashadi va mayin zarrachalarni selektiv flotatsiyalanishini buzadi.

Mayda zarrachalarning yirik zarralarga yopishshini oldini olish uchun qo'llaniladigan reagent dispergator deb nomlanadi. Dispergator sifatida odatda suyuq shisha, fosfatlar, kraxmal, natriy sulfidi va bir qancha boshqa reagentlar ishlatiladi.

7.7-§. Muhit sozlovchi reagentlar

Muhitning boshqaruvchilari minerallarning flotatsiyasi ketayotgan muhitning ishqoriyligini o'zgartirishga ishlatiladi.

Muhitning ishqoriy yoki kislotali xossalari pH ko'rsatkich yoki vodorod hamda gidrooksil ionlari konsentratsiyasi bilan xarakterlanadi [1].

Vodorod ko'rsatkich pH deb vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy logarifmiga aytiladi:

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

Kislotali muhitda vodorod ionlarining konsentratsiyasi gidrooksil 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 i tekshirib turiladi va berilgan ishqoriylikni reagentlar qo'shib ushlab turiladi. Nordon muhit hosil qilish uchun sulfat kislotasi, ishqoriy muhit hosil qilish uchun ohak yoki soda qo'shiladi [13].

Muhit sozlovchilar mineral flotatsiyalanadigan muhitning ishqoriyligini o'zgartirish uchun qo'llaniladi.

Muhitning nordonlik va ishqoriylik xossasi pH kattalik bilan yoki undagi vodorod ioni yoki gidroksid ioni konsentratsiyasi tavsiflanadi.

Istalgan mineral flotatsiyasi aniq pH muhitda o'tkazilib, yuqori texnologik ko'rsatkichlar olish uchun belgilangan vodorod ionlari konsentratsiyasini jiddiy ushlab zarur.

$$pH = -\lg [H^+]$$

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{H_2O}$$

pH kattalikning qiymati o'zgarishi bilan nafaqat reagentlarning, balki minerallarning ham xossalari va erishi o'zgaradi.

Muhit sozlovchilar sifatida quyidagilar qo'llaniladi:

- ishqorlar (oxak, NaOH),
- kislotalar (H_2SO_4),
- soda (Na_2CO_3). Na_2CO_3 ning gidrolizlanishi natijasida uning eritmasi ishqoriylik kasb etadi, lekin pH 11 dan oshmaydi. Odatda u pH = 7÷10 hosil qilishda qo'llaniladi.

Bo'tanani oksidlanish-qaytarilish potensialini boshqarish

Bo'tananing oksidlanish-tiklanish potentsiali Eh mineral yuzasi holatiga, sulfidli mineral yuzasining oksidlanish-tiklanish reaksiyasining o'tish tezligiga (masalan, ksantogenat — diksantogenid sistemasida), bo'tana hajmidagi oksidlangan va tiklangan reagentlar formasi nisbatiga katta ta'sir o'tkazishi mumkin. Bo'tananing Eh potentsialini oksidlovchi (masalan, vodorod perikisi, permanganat va b.) yoki tiklovchi (sulfat, tiosulfat va b.) qo'shish orqali, bo'tanaga elektrokimyoviy ishlov berish yoki aeratsiyalash orqali sozlash mumkin [1, 12].

Gidrofoblik yoki flotatsiyada sulfidlarning ajralishi va aeratsiyalash davomiyligi hamda bo'tanadagi kislorodning konsentratsiyasining o'zgarishi bilan sozlanadigan bo'tananing Eh potentsiali o'rtasidagi miqdoriy bog'liqlikdan ko'rinadiki, flotatsiyalashda bo'tanadagi kislorodning optimal konsentratsiyasi va optimal Eh potentsiali mavjud.

Turli xil sulfidlar kislorod bilan turlicha ta'sirlashadi. Masalan, pirit va asosan pirrotin tez ta'sirlashadi, xalkopirit va boshqa sulfidlar sekinlik bilan ta'sirlashadi [13].

Shuning uchun rudada pirrotinning miqdori ko'p bo'lganda u birinchi navbatda ko'p kislorodni yutadi, boshqa minerallar esa kislorod tanqisligi tufayli sekin oksidlanadi va flotatsiyalanishi susayadi. Bunday hollarda qo'shimcha aeratsiyalash juda zarur hisoblanadi.

Ayrim boyitish fabrikalarida rux flotatsiyasidan avval bo'tanani kislorod bilan to'yintirish flotatsiya tezligi va ruxni boyitmaga ajralishini oshishiga olib keladi. Boshqa fabrikada esa aksincha bo'tanani qizdirish orqali undagi kislorod konsentratsiyasini pasaytirish va Eh potentsialining manfiy qiymatini oshirish foyda beradi.

7.8-§. Flotatsion mashinalarning turlari

Hozirgi vaqtda sanoatda bir necha yuzlab har xil tuzilishga ega bo'lgan flotatsiya mashinalar ishlatilmoqda. Flotatsiya mashinalarni asosan bo'tanani aeratsiyalash usuliga qarab tasniflash qabul qilingan. Flotatsiya mashinalarning turlari 10-jadvalda keltirilgan.

Bundan tashqari, flotamashinalarni bo'tananing mashinalarda harakat yo'nalishiga qarab tasniflash mumkin. Ular uch turga bo'linadi: korita shaklidagi mashinalar, umumiy sathli va kamerali flotamashinalar.

Korita shaklidagi mashinalar yaxlit bo'lib, uzunasiga cho'zilgan. Flotatsiyaga tayyorlangan bo'tana mashinani bir tomonidan

beriladi va u qarama-qarshi tomonga harakat qiladi, chiqindi esa ikkinchi tomonidan chiqib ketadi. Ko'pik esa koritaning uzunasi bo'yicha hamma yeridan, uning ikkala qirg'og'i (borti) ga o'rnatilgan novga tushiriladi. Bo'tanani sathi kameraning hamma yerida bir xil bo'ladi.

Umumiy sathli mashinalarni, koritali mashinalardan farqi – uzun korita to'siq bilan bo'linma (otsek) larga bo'lingan. Har bir bo'linmada aeratsiyalovchi qurilmalar o'rnatilgan.

Kamerali turdagi mashinalar, juftlangan yoki alohida kameralardan iborat bo'lib, maxsus qurilmali tuynuklar yordamida bo'tana birinchisidan ikkinchisiga o'tishi va har bir kameradagi bo'tana sathini ko'tarishi yoki pasaytirishi mumkin.

10-jadval.

Flotatsiya mashinalarning klassifikatsiyasi

No	Turi	Bo'tanani Aeratsiyalash usuli	Konstruktiv jihati	Mashinalar
I	Mexanik	Bo'tanani impeller aylanishidan so'rilgan havo yordamida	1.Parrakli impeller. 2.Rotorli impeller	«Mexanobr» MFU-63, «Gumbold», «Minamet», «FaGerGren»
II	Pnevmatik	Bo'tanaga havo purkash yoli bilan	1.Aerolift. 2.Bo'tanani ko'pik qatlamiga berish. 3.Kalonna turidagi kamerali. 4.Havoni	Chuqur «Mexanobr», ko'pikni saralagich kalonnali «Apatit».

			mayda teshikchalar orqali berish.	
III	Pnevmmexamik	I va II usullar birgalikda	1. Barmoqli aerator. 2. Titirama aerator. 3. Bo'tanani devor oldi qatlamini parchalovchi qurilma	«Mexanobr» barmoqli aerator bilan titratuvchi (vibratorli) aerator, uchli aerator
IV	Bo'tanada bosimni kamaytiruvchi	Eritmadan gazlarni ajratish yoli bilan	1. Bo'tanani ustida vakuum hosil qilish. 2. Bo'tanani bosim ostida havo bilan to'yintirish va bosimni kamaytirish	Vakuimli, kompressorli
V	Elektroflotatsiya	Suvni elektrolizlash	-	Elektroflotatsion

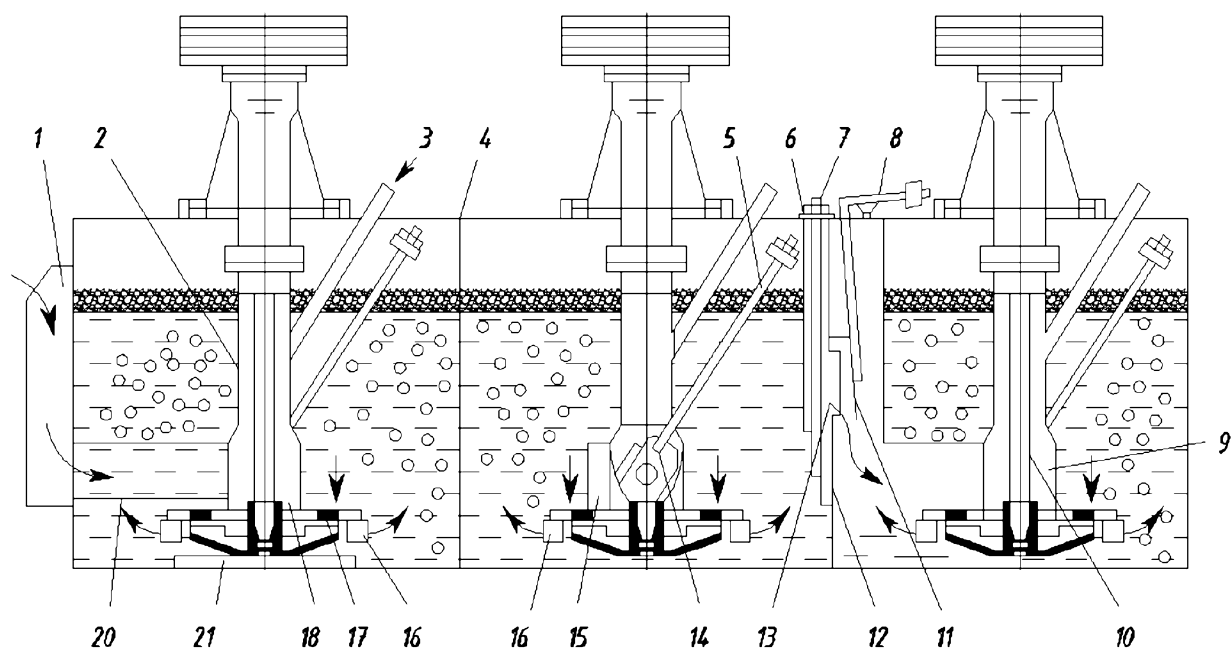
Koritali mashinalar - pnevmatik, kompressorli va elektroflotatsiya mashinalariga bo'linadi.

Kamerali mashinalarni - pnevmatik, mexanik va pnevmamexanik turlari mavjud.

Mexanik flotatsiya mashinalar. Mexanik flotatsiya mashina-

lari boyitish fabrikalarida eng ko'p tarqalgan hisoblanadi. (109-rasm).

Mashina to'siq orqali bir nechta to'g'ri burchakli kameralarga bo'lingan vannadan iborat. U har biri ikkita so'ruvchi va oqib o'tuvchi kameralardan iborat seksiyalardan yig'iladi.



109-rasm. Mexanik turdagi flotatsiya mashinasi:

- 1 – cho‘ntak; 2 – markaziy quvur; 3 – havo uzatuvchi quvur; 4 – to‘sgich;
 5 – tyaga; 6 – qopqoq metall quti; 7 – sterjen; 8 – nazorat yuklama;
 9 – stakan; 10 – impeller vali; 11 – yuruvchi zaslonka; 12 – qum uchun teshiklar; 13 – darcha; 14 – shiber; 15 – quvurcha; 16 – stator yo‘naltirgichi; 17 – stator diski; 18 – teshik; 19 – impeller;
 20 – so‘ruvchi quvur; 21 – disk.

Har qaysi kamerada markaziy quvur bo'lib, uning ichida impellerli val aylanadi. Impeller vertikal valga qattiq mahkamlangan radial parrakli rotordan iborat. Val ponasimon-tasmali uzatma orqali elektrodvigateldan harakatga keltiriladi. Markaziy trubaning quyi qismi kengaytirilgan va gorizontaldagi (bo'tanani

sirkulyatsiya qiluvchi va yo'naltiruvchi parrakli) impeller usti diski o'rnatilgan stakanga o'tadi. Parraklar disk radiusiga nisbatan 60° li burchak ostida joylashgan. (110-rasm).

Parrakli disk mashinaning statori deyiladi. Stator impeller to'xtaganda, uni loyqa bilan to'lib qolishdan asraydi. Stakan uchta teshikka ega. Ulardan biriga so'ruvchi kameralarda so'ruvchi qisqartarmoqlangan truba ulangan.

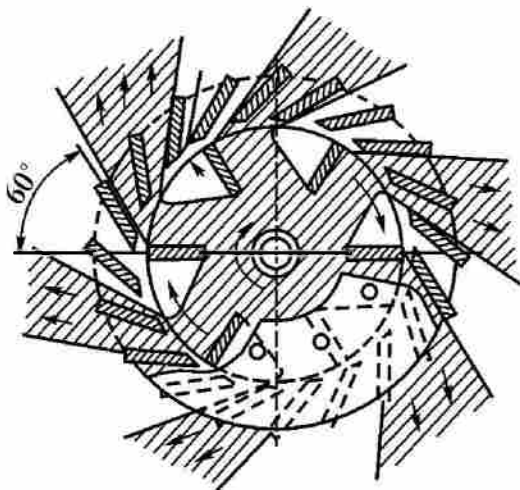
Oqib o'tuvchi kameralarda bu teshik po'kak bilan berkitib qo'yiladi. Qolgan ikkita teshik bir-biriga qarama-qarshi joylashgan bo'lib, oraliq mahsulotni qaytadan flotatsiyalash uchun kameraga qaytarishga xizmat qiladi [12].

Agar oraliq mahsulot kameraga qaytarilmasa, teshiklarning biri tiqin (probka) bilan yopib qo'yiladi, ikkinchisi esa tortish kuchi bilan so'riluvchi shiber orqali yopiladi. Shiber yordamida impellerga tushayotgan bo'tananing sarfi boshqariladi. So'ruvchi va oqib o'tuvchi kameralar bir-biridan pastki qismida teshigi bor to'siq bilan ajratilgan, shuning hisobiga kameralarda bo'tana bir xil sathda ushlanadi.

Mexanik flotatsiya mashinasining asosiy detali impeller hisoblanib, u havoni so'rish va so'rilgan havoni mayda zarrachalarga ajratishni ta'minlaydi va bo'tanani havo bilan to'yintiradi. Impellerning aylanish tezligi qancha katta bo'lsa, u shuncha ko'p havoni so'radi. Lekin bu tezlik haddan tashqari katta bo'lmasligi kerak, aks holda tez aralashish natijasida mineral zarrachaning havo pufakchasidan uzilishi sodir bo'ladi.

Mashina quyidagicha ishlaydi. Bo'tana yuklovchi cho'ntakdan patrubka orqali impeller ustidagi bo'shliqqa so'riladi, u yerdan katta tezlikda stator parraklari orasidan kameraga o'tiladi. Bu vaqtda impeller zonasidagi bosimda farq hosil bo'ladi va markaziy truba va patrubok orqali atmosferadan havo so'riladi; so'rilgan havo juda ko'p mayda zarrachalarga parchalanib, bo'tanani butun hajmi bo'yicha tarqaladi.

Mineral zarrachalar bilan to‘qnashgan havo pufakchalari minerallashadi va bo‘tananing yuzasiga ko‘tariladi, ko‘pik hoida ko‘pik haydovchi mexanizm yordamida tarnovchaga tushiriladi.



110–rasm. Mexanik mashinada stator parraklarini o‘rnatish sxemasi va ko‘rinishi.

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.

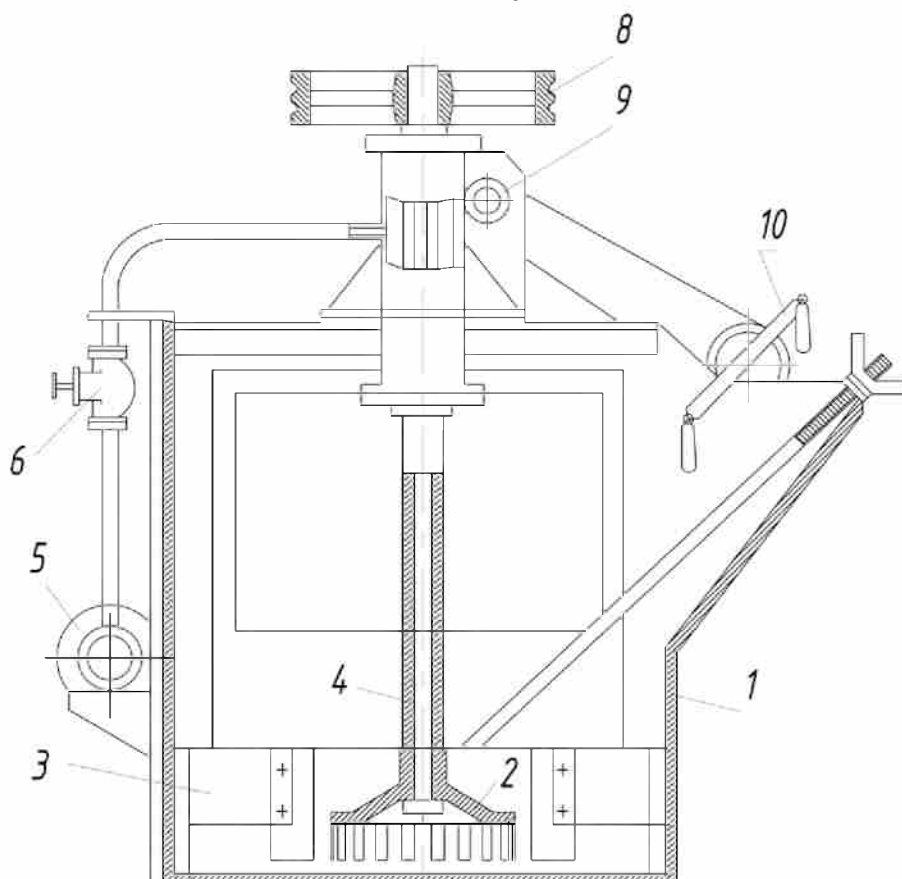
Oqib o‘tuvchi kameradan bo‘tana keyingi ikki kamerali seksiyaga tushadi va jarayon qaytariladi. Flotatsiyalanmagan minerallar oxirgi kameradan chiqarib olinadi.

Mexanik flotatsiya mashinalarining afzalligi ularga xizmat ko‘rsatish va ta‘mirlashning qulayligi hamda osonligi.

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

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalari

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalari ishlash prinsipiga qarab mexanik mashinalarga o'xshaydi, farqi esa aerator bo'g'imining tuzilishida. Bu mashinalarda aerator atmosferadan havoni so'rish uchun emas, balki siqilgan havoni (kameraga majburan berilgan) maydalashga va bo'tanadagi qattiq zarrachalarni muallaq holda ushlab turish uchun mo'ljallangan. (111-rasm).



111-rasm. Pnevnomexanik flotatsiya mashinasi:

1-korpus; 2-impeller; 3-aralashtirgich; 4-vertikal val; 5-havo kollektori;

6- ventily; 7- ko'pik tushiruvchi; 8-shkiv; 9-reduktor.

Havo havoni puflagichdan $(0,2-0,4) \cdot 10^{-4}$ past bosim ostida mashina korpusi 1 orqa devori bo'ylab joylashgan havoni kollektoriga va naydagi teshikchalar orqali bo'sh vertikal val 4

orqali aylanayotgan impeller 2 ga tushadi va u yerda mayda havo pufakchalari hosil bo'ladi.

Radial parrakli aralashtirgichlar 3 parraklar to'plamidan iborat bo'lib, ularning pastki zixi (cheti) korpusning tubiga yetmaydi, bu bilan kamera devorlarida loy to'planib qolishining oldi olinadi va bo'tananing havo pufaklari bilan bir tekis to'yinishi sodir bo'ladi. Kameraga beriladigan havoni boshqarish uchun ventil 6 xizmat qiladi.

Ko'pikli mahsulot shkiv 8 va reduktor 9 orqali harakatga keltiriladigan elektrodvigateldan aylanadigan ko'pik haydovchi moslama orqali ajratib olinadi.

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

Pnevmomexanik mashinalarda flotatsiya olib borish ularda flotatsiya tezligining mexanik mashinalardagiga nisbatan 30-40% oshishi, elektr energiyaning sarfi esa 30-40% kamayishini ko'rsatadi.

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalarining texnik tavsifi 11-jadvalda keltirilgan.

11-jadval.

Mexanik flotatsion mashinalarning texnik tavsifi

Ko'rsatkichlar	FM-6,3
Kameraning foydali hajmi, m ³	6,3
Kameralar soni, dona	6
Impeller diametri, mm	600; 750
Impellerning aylanish tezligi, m/s	6,5
Bitta kameraga sarflanadigan havoning maksimal miqdori, m ³ /daq	3,5
Bo'tana bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m ³ /min	6 gacha
Elektrodvigatel quvvati, kVt	6,3
Ikki kamerali seksiyaning og'irligi, t	3,8

RCS (reaktorli kameralar tizimi) flotatsiya mashinalari

RCS flotatsiya mashinalari Metso Minerals kompaniyasining oxirgi mahsulotlarida biri bo'lib, u barcha chanli flotatsiya mashinalari kabi mukammal aeratsiyalash tuguniga ega. Shuning uchun asosiy, qayta tozalash va nazorat flotatsiyasi jarayonlarida samarali ishlashi uchun ideal sharoit yaratiladi. Zamonaviy boyitish fabrikalarida 0,8 m³ dan 200 m³ gacha hajmdagi RCS flotatsiya mashinalari ishlatiladi.

Maksimal ajralish va yuqori samaradorlik flotatsiya mashinasining barcha elementlari ustida sinchikovlik bilan ishlash natijasida erishiladi. Bunday yondashish natijasida uchta asosiy gidrodinamik zonali kamera tuzilishini ishlab chiqishga erishilgan:

- quyi zona – bu zonada o'ta jadal aralashtirish amalga oshirilishi natijasida qattiq zarrachalarni bir tekis tarqalishiga hamda mineral zarrachalarni havo pufakchasi bilan ko'p marta to'qnash kelishiga erishiladi va barcha sinf o'lchamlaridagi mineral zarrachalarning ko'pikka o'tish imkoniyati ortadi.

- rotordan yuqori zona – bu zonada katta o'lchamdagi zarrachalarni havo pufakchasidan ajralib ketishini oldini olish uchun oqimning turbulentligi kam bo'ladi.

- kameradagi harakatsiz bo'tana yuzasi zonasi – bu zonada ko'pikli mahsulotni sokin tushirib olishni ta'minlanadi va mineral zarrachalarni ko'pik qatlamidan yana bo'tanaga o'tib ketish ehtimolini minimallashtiriladi.

Aeratsiyalash tuguni. RCS flotatsiya mashinalarida chuqur parrakli aeratsiyalash mexanizmi qo'llaniladi. Ushbu mexanizm ichi bo'sh valga o'rnatilgan rotor va tayanch quvurga mahkamlangan statordan tashkil topgan. Rotor quyi qirralari maxsus shaklga ega bo'lgan vertikal parraklarning mukammal yig'indisidan tashkil topgan [16].

Bunday tuzilgan aeratsiyalash mexanizmi bo'tanani kamera devorlari bo'ylab kuchli radial aralashtirishni va rotorning quyi qismida kuchli qaytarma oqimni ta'minlab, shu orqali flotatsiya

mashinasi tubiga qumlarni cho'kib qolishini oldini olishga sharoit yaratiladi. Aeratsiyalash mexanizmining mukammal o'ziga xosligi shundan iboratki, aralashtirish oqimi rotorning yuqori qismida bo'lib, flotatsiya kamerasining butun hajmi bo'ylab qattiq zarrachalarni optimal tarqalishini ta'minlaydi va quyi qismda bo'tana zichligini ortib ketishiga yo'l qo'ymaydi.



112-rasm. RCS flotatsiya mashinasi

Statorning vertikal kuragi aralashtirish oqimining radial yo'nalishini ta'minlab, kamera ichida bo'tananing aylanma harakat qilishini va kamera ichida girdob hosil bo'lishini umuman to'xtatadi.

Flotatsiya samaradorligini oshirish:

- mineral zarrachalar bilan pufakchalarni maksimal to'qnashishini ta'minlash ham aeratsiyalash mexanizmi ichida, ham flotatsiya kamerasi hajmida sodir bo'ladi;

- mineral zarrachalar aralashmasini hosil qilishning samarali rejimi hamda flotatsiya kamerasidan qumlarni samarali chiqarib yuborish mashina to'xtatilgandan so'ng yurgizish vaqtida amalga oshiriladi;

- havoni samarali dispergatsiyalash va pufakchalarni kamera hajmi bo'ylab teng taqsimlab berish orqali amalga oshiriladi.

Ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish. Mexanizm shunday loyihalanganki, rotor va stator da yuqori turbulent oqimning lokal maydonlarini hosil bo'lishini minimumga yetkazilib, mashina qismlarini yemirilishini sezilarli darajada kamaytiradi.

Rotor va stator yemirilishga bardoshli rezina material bilan qoplanadi yoki poliuretandan quyma holda ishlab chiqariladi.

Rotorning ko'rinishi energiya sarfini minimallashtirishga imkon yaratadi.

Chan tuzilishining o'ziga xosligi. Kamera silindrsimon chan ko'rinishida bo'lib, bo'tanani yuklovchi va bo'shatuvchi quvurlarga ega. Quvurlar o'rnatilgan sathlar shunday bo'lishi kerakki, bo'tana qisqa tutashuv oqimi orqali kameradan chiqib ketmasligi zarur.

Mashinaning modul tuzilishi tashish va montaj ishlarini ancha soddalashtiradi.

Flotatsiya kamerasining tuzilishi shunday loyihalanganki, u elektr dvigateli va aeratsiya tugunini ishonchli ushlab turadi va shu bilan birga titrashga yo'l qo'ymaydi.

Atrof muhit muhofazasining qo'shimcha talablariga binoan kameraning yuqori qismi atmosfera havosiga o'ta mayda zarrachalarning va zararli bug'larning chiqishini oldini olish uchun to'liq yopilishi mumkin.

RCS flotatsiya mashinalarida an'anaviy tuzilishdagi qabul qiluvchi, oraliq va bo'shatuvchi cho'ntaklar qo'llaniladi. Kameradan

chiqib kutuvchi oqimni nazorat qiluvchi tiqinli klapan kamera tubi sathida joylashgan.

Flotatsiya mashinasida bo'tananing sathi pnevma yuritgichli tiqinli klapanlar orqali boshqariladi. Bo'tana sathini nazorat qilish suzib yuruvchi yoki boshqa turdagi datchik yordamida amalga oshiriladi.

Pnevmatik flotatsiya mashinalari.

Pnevmatik (aerolift) flotatsiya mashinalari sodda tuzilishga ega, ishlatish vaqtida tejamli, mineral tarkibi bo'yicha uncha murakkab bo'lmagan rudalarni boyitishda ishlatiladi. Bu mashinalar aerolift (havo yordamida ko'tarilish) prinsipi bo'yicha ishlaydi va shuning uchun aerolift mashinalar deb ataladi.

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

- 1) sayoz (vannaning chuqurligi 0,9m)
- 2) chuqur (vannaning chuqurligi 2,4 m dan 3 m gacha).

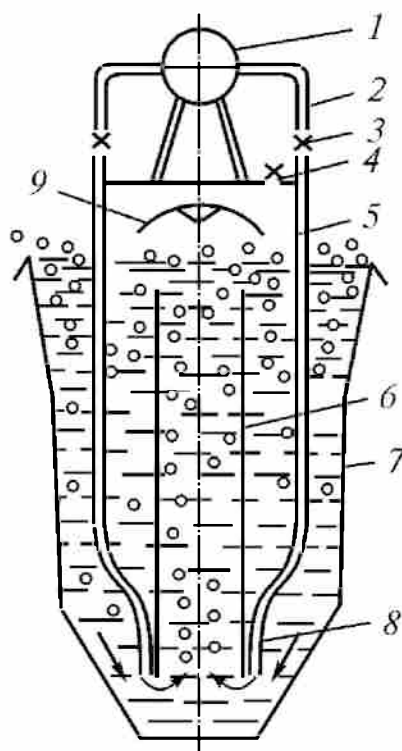
Chuqur aeroliftli mashina vanna 7, aerolift 6 va aerator 8 dan iborat. Aerolift vannaning markaziy bo'limi hisoblanib, mashinaning tubiga yetmagan 2 ta vertikal to'siq orqali hosil qilinadi (113-rasm). Aerator po'latdan payvandlangan quticha holda tayyorlanib, pastki qismida aeroliftga havo kiradigan teshik bilan tugaydi. 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'lmalaridagi bo'tana havo bilan kam to'yingani uchun markaziy bo'lmadagi bo'tanaga nisbatan kattaroq zichlikka ega bo'ladi va u aerolift kameraga tomon intiladi.

Aerolift kamerada havo pufakchalarining maydalanishi bo'tana-havo aralashmasining turbulent harakati tufayli yuzaga

keladi. Minerallasgan havo pufakchalari aerolift kamerada yuqoriga ko'tariladi va yo'naltiruvchi to'siq 5 lar yordamida yonbosh bo'lmalarga otiladi. Bu maqsadda aerokamera ustiga ushlovchi 9 o'rnatiladi. Bo'tanani aralashtirish, tashish, bo'tana-havo aralashmasini aerolift kameradan chiqarish uchun kerak bo'lgan havo teshik 4 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Pnevmatik flotatsiya mashinasi FP-100 rangli, nodir, kamyob va qora metallar rudalarini hamda ko'mir va shu kabi foydali qazilmalarni boyitishda ishlatiladi.



113-rasm. Chuqur aerolift flotatsiya mashinasi
1-kollektor; 2-quvur; 3-zulfin; 4-teshik; 5-yo'naltiruvchi to'siq; 6-aerolift; 7-vanna; 8-aerator; 9-ko'pik ushlovchi.

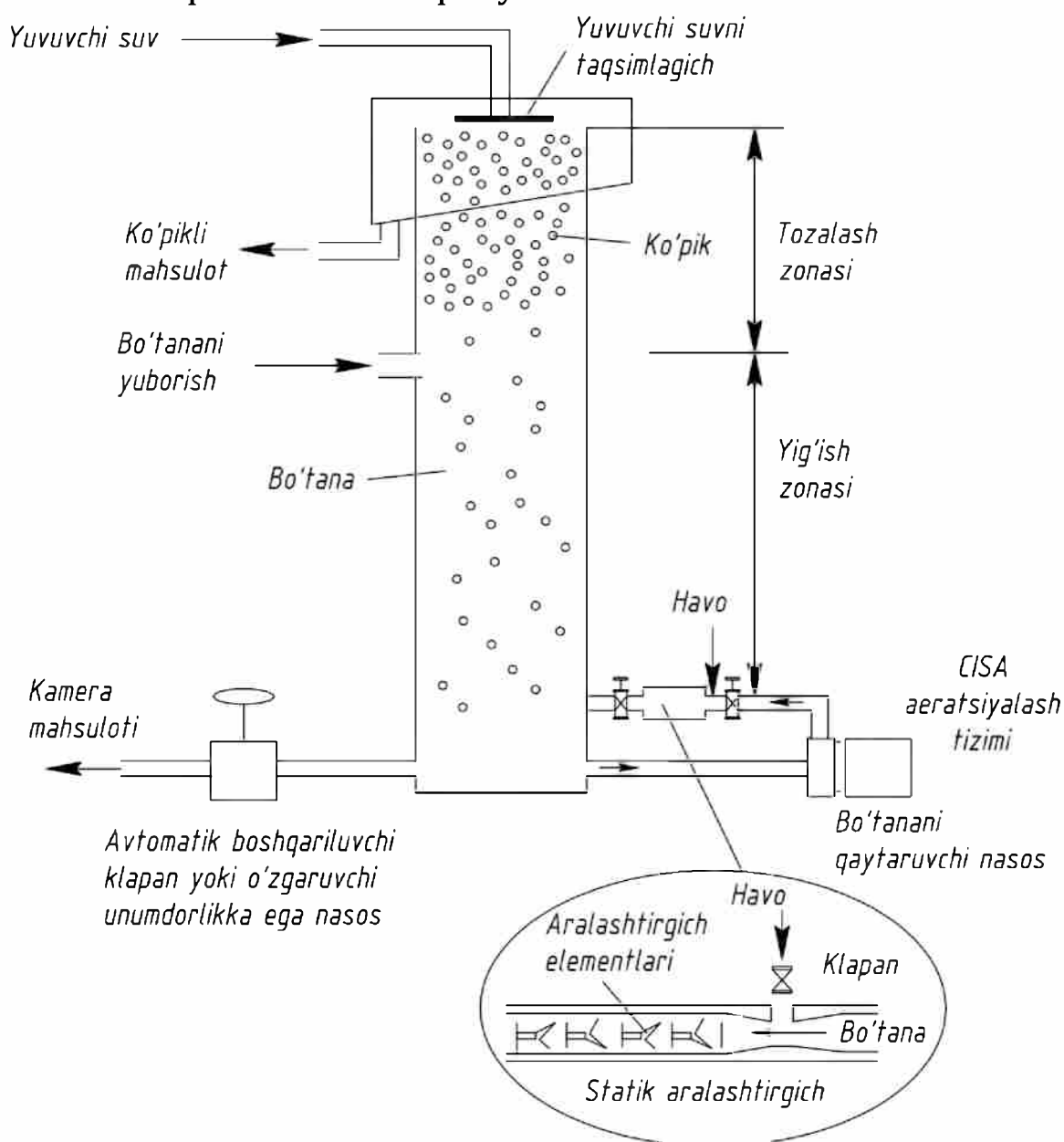
Kolonnali flotatsiya mashinalari.

Flotatsiya kolonnalari RCS turidagi mexanik mashinalar bazasi prinsipiga asoslangan bo'lib, lekin flotatsiya kolonnalarida hech qanday harakatlanuvchi mexanizmlar yo'q. Saralash banadligi

diametriga nisbatan ancha katta bo'lgan idishda olib borilib, havo bo'tanaga aerator orqali yuboriladi [3, 16].

Flotatsiya kolonnalari qayta tozalash jarayonlarida yoki mayin zarralarni flotatsiyalashda quyidagi afzalliklarga ega:

- yuqori samaradorlik;
- kam energiya talab qiladi;
- kam maydonni egallaydi;
- texnik xizmat ko'rsatishni kam talab qiladi;
- boshqarish oson va qulay.



114-rasm. Kolonnali flotatsiya mashinasi

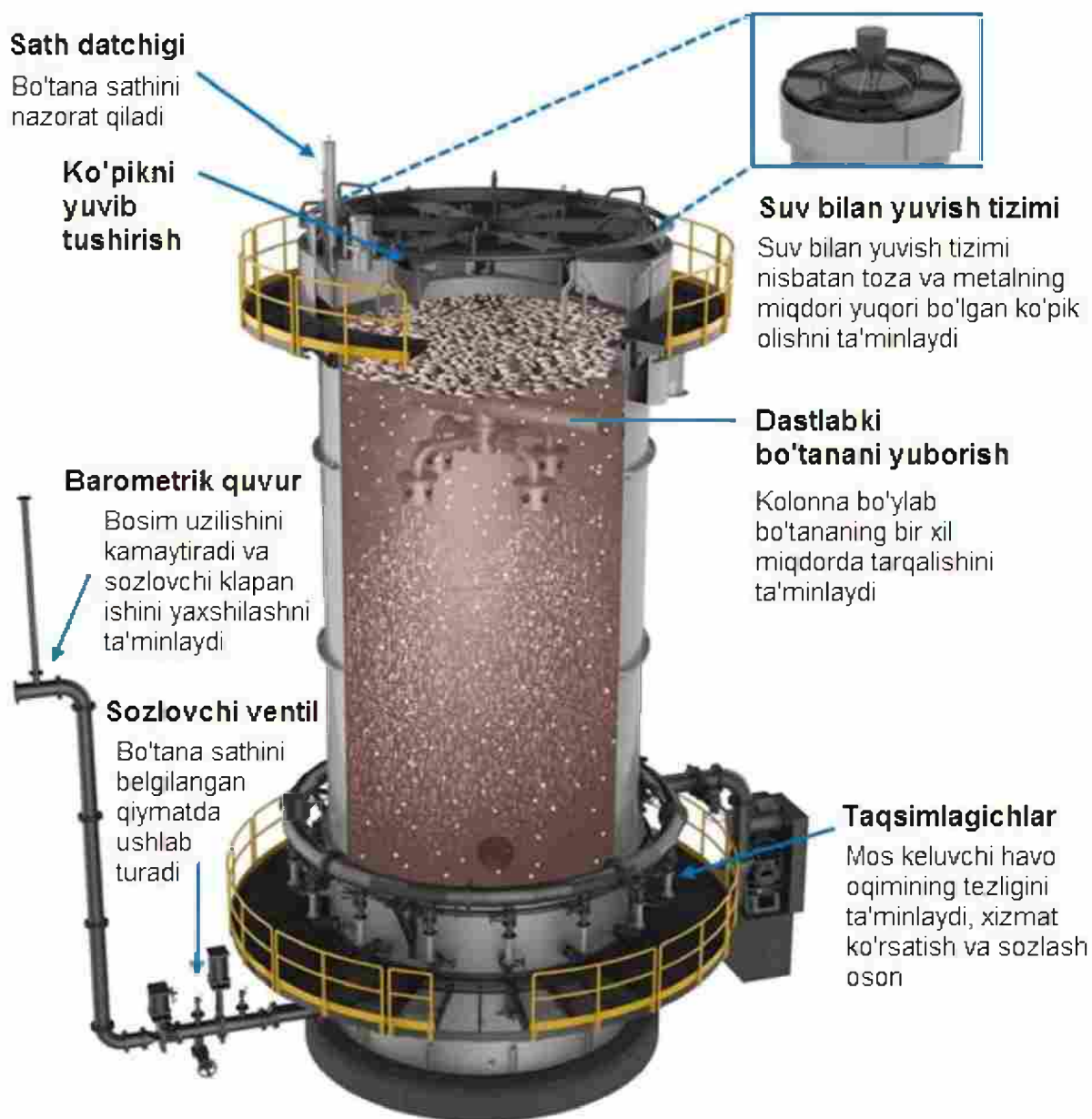
CISA aeratori statik aralashtirgich va bo'tanani qayta yuborish uchun nasosdan tashkil topgan. Kolonnaning tubidan chiqindi so'rib olinib, statik aralashtirgich orqali o'tkaziladi. U yerda havo va bo'tana aralashib, havoni mayda pufakchalarga aylantirish uchun ichida qovurg'a o'rnatilgan quvurga yuboriladi. Xavo pufakchalari bilan to'yingan bo'tana kolonnaning asosi yaqinidan kiritiladi.



115-rasm. Kolonnali flotatsiya mashinasining umumiy ko'rinishi.

Chiqindini boshqarish klapani avtomatik qayta ishga tushirish uchun bo'tananing sathi ultratovushli yoki Dp datchiklar yordamida boshqariladi. Yuvuvchi suv ko'pik orasida mexanik

ushlanib ko'tarilgan flotatsiyalanishi kerak bo'lmagan zarralarni yo'qotish evaziga boyitma sifatini yaxshilaydi.



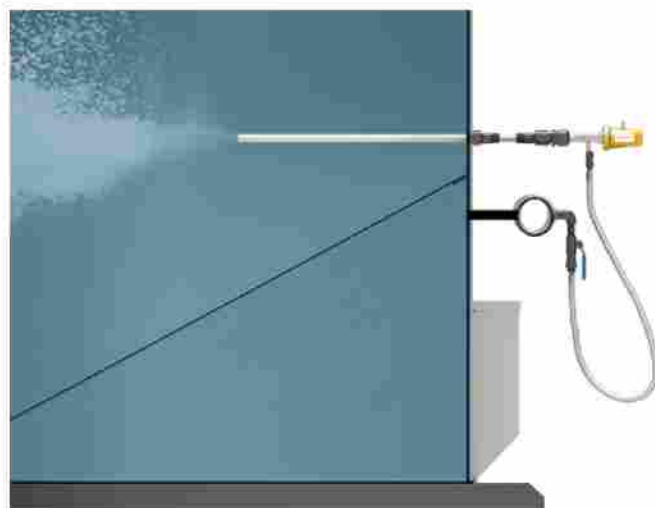
116-rasm. Kolonnali flotatsiya mashinasining asosiy o'ziga xosligi.

Ishlab chiqariluvchi flotatsiya kolonnalarining diametri 4 m gacha bo'lishi mumkin. Kolonnaning balandligi shunday tanlanadiki, bunda jarayonda bo'tananing bo'lish vaqti 10-20 daqiqani tashkil qilishi kerak. Yuvuvchi suvni sarfi 1m^2 maydon uchun o'rtacha $7\text{ m}^3/\text{soat}$ ni tashkil qiladi [3].

Kolonnali flotatsiya bo'tana va ko'pik qatlami sathini, havo sarfi va bosimini hamda yuvuvchi suvning sarfini sozlash yo'li orqali boshqariladi. Bundan tashqari, kutilgan natijaga erishish uchun reagent tartibini ham o'zgartirish mumkin. Yuqoridagi barcha omillarni to'g'ri tanlash aniq ruda uchun mineral xom ashyoni optimal boyitilishini ta'minlaydi [16].

Kolonnali flotatsiya mashinalarida mexanik aralashtirish tizimi bo'lmaydi, ular kam energiya iste'mol qilishi bilan ajralib turadi. Shuning evaziga kolonna turidagi flotatsiya mashinalari mayda rudalarni qayta ishlashda gidrofob materiallarga boy ko'pik olish uchun mos keladi. Kolonnali flotatsiya mashinasining asosiy o'ziga xosligi 116-rasmda keltirilgan [16].

Havoni taqsimlashning oxirgi ilg'or tizimini qo'llash juda yaxshi flotatsiya xarakteristikasiga erishishni ta'minlaydi. SonicSparger tizimining ikkita turi mavjud: SonicSparger Vent va SonicSparger Jet. Flotatsiya natijalarini yaxshilash uchun mavjud kolonnali flotatsiya mashinalarni modernizatsiya qilishda har ikkala turdagi tizimni qo'llash mumkin [16].



Outotec SonicSparger Jet



Outotec SonicSparger Vent

117-rasm. Kolonnali flotatsiya mashinasining havo taqsimlash tizimi.

Tezkor (flesh) flotatsiya

Metso Outotec SkimAir flotatsiya mashinasi yanchish konturida tezkor flotatsiyalash uchun qo'llaniladi. SkimAir flotatsiya mashinasi odatda gidrosiklonning qumini boyitish uchun o'rnatilib, qimmatbaho komponentlarning erkin zarralarini tezkor flotatsiyalashda ishlatiladi.

Tarkibida nodir metallar mavjud bo'lgan sulfidli minerallar yuqori solishtirma og'irlikka ega ekanligi tufayli ular gidrosiklonning pastki mahsulotiga (qumiga) o'tishining ehtimoli katta, agar ular o'lchami bo'yicha flotatsiyalanishga yaroqli bo'lsa ham. Aylanma yuklamadan bunday zarralarni ajratib olinishi ularni tegirmonga qaytarilishini, natijada o'ta mayin yanchilib ketishini oldini oladi. Bunday zarralarni o'ta mayin yanchilib ketishi shlamlanishga olib keladi va keyingi bosqichlarda flotatsiyalashda flotatsiyalanuvchanligi pasayib ketadi. Bunday zarralarni aylanma yuklamadan ajratib olinishi nafaqat boyitish samaradorligini oshiradi, balki tegirmonning ish unumdorligini oshishiga ham ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari aylanma yuklamada tezkor flotatsiyalash asosiy flotatsiyada dastlabki mahsulotni sifatini stabillashtiradi.

Tezkor flotatsiyalashni qo'llash boyitish fabrikasining texnologik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Tezkor flotatsiyalash yanchish siklida aylanma yuklamadan yuzasi ochilgan mineral zarrachalarni tezlik bilan flotatsiyalashdir. Bu konsepsiya deyarli 80 yildan buyon ma'lum bo'lib, sanoat miqyosida nisbatan yaqin yillar ichida qo'llanila boshlandi.

Tezkor flotatsiyalash qimmatbaho minerallar ruda hosil qiluvchi jinlardan yumshoq bo'lganligi va ularning zichligi yuqori bo'lganligi uchun yaxshi ishlaydi. Bunday zarralar gidrosiklonning sliviga chiqqunga qadar o'ta yanchilib ketadi va flotatsiya sxemasida ajralishning pasayishiga olib keladi. Solishtirilganda, gidrosiklon qumini flotatsiyalash slivini flotatsiyalashga qaraganda tez flotatsiyalanuvchi yuzasi ochilgan zarrachalarning mavjudligi uchun nisbatan yaxshidir. Chunki, gidrosiklon qumida shlamlar

kam, qimmatli minerallar zarrachalari nisbatan toza va ularning yuzasi kam oksidlangan.



118-rasm. Tezkor (flesh) flotatsiya mashinasining qirqimda ko‘rinishi

SkimAir flotatsiya mashinasining qabul qilish tuynugiga gidrosiklon qumini ajratadigan mahsulot taqsimlash qutisi orqali beriladi. Odatda SkimAir mashinasiga gidrosiklon quyultirilgan mahsulotining yarmi yoki uchdan ikki qismi beriladi. Oqimning qolgan qismi tegirmonlarga qaytariladi. Qabul qilish tuynugiga bo‘tananing zichligini kamaytirish maqsadida 65% gacha suv beriladi. Rudani flotatsiya usulida boyitishda optimal texnologik ko‘rsatkichlarga erishish uchun bo‘tananing zichligi past bo‘lishi kerak. Bu esa qo‘shimcha suv sarfini talab qiladi. Flotatsiya

jarayonining asosiy qismi chiqindiga ajraladi, ajratilgan suv esa tegirmonga qaytarilib, uning unumdorligini pasayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun tegirmon ish unumdorligi bilan SkimAir mashinasining balansini aniqlash talab etiladi.

Flotatsiyalanish o'lchamidagi gidrofob mineral zarrachalar havo pufakchalari bilan birikadi va ko'pik qatlamining yuqori qismiga ko'tarilib, boyitmaga ajraladi. Boyitmaning chiqishi odatda 1-2% ni tashkil qilib, yuqori sifatga ega bo'ladi.

Flotatsiya mashinasiga yuboriladigan yirik zarrachalar suspenziyada aralash holatda bo'lmaydi va chiqindi bilan kameraning konussimon qismidan chiqib ketadi. Bu zarrachalar SkimAir mashinasidan aylanib o'tib, qayta yanchish uchun tegirmonga yo'naladi. Shuning uchun SkimAir ning qabul qilish tuynugidagi zarrachalarning o'lchami 10mm gacha yetadi. Bir so'z bilan aytganda bu qurilma flotatsiya mashinasining kamerasi va zarrachalarni sinflarga ajratuvchi qo'rilma sifatida ishlaydi.

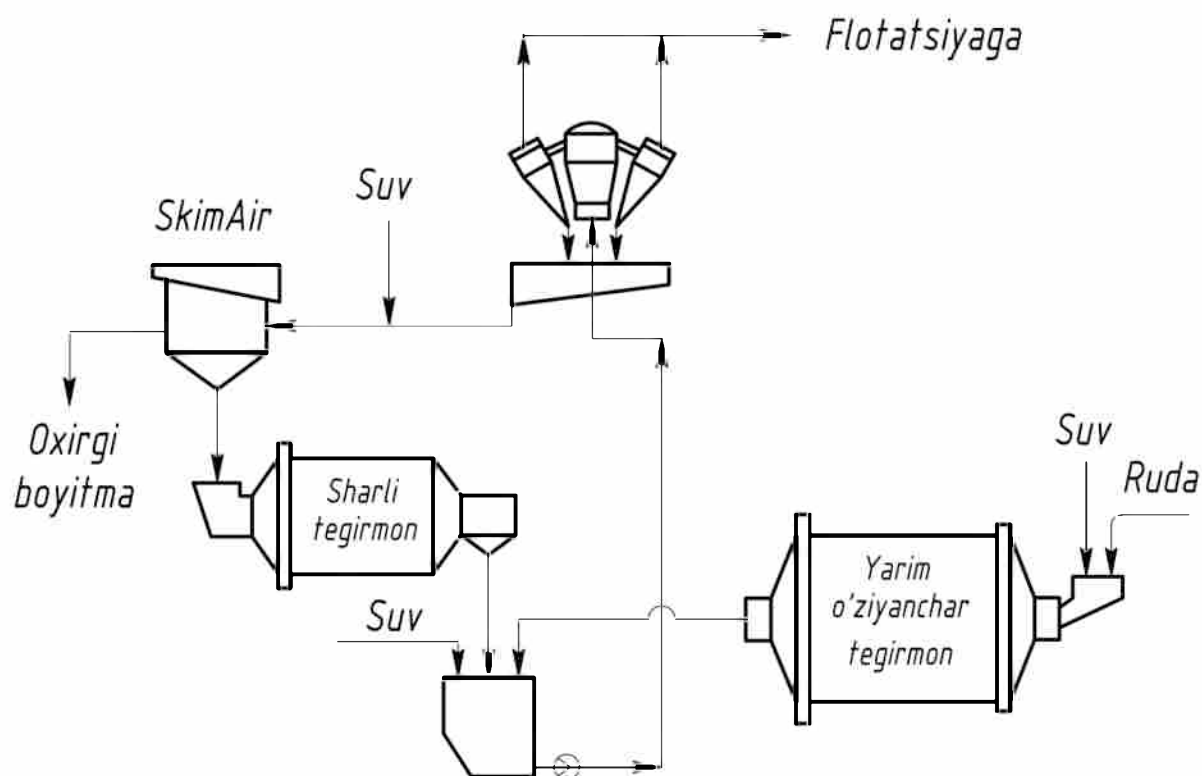
Yuqori zichlikka ega bo'tana va yirik granulometrik tarkib bilan ish jarayonida yirik zarralar suv ostiga cho'kadi. Bu suspenziyaning qatlamlarga ajralishini anglatadi. Undan tashqari, boyitma sifatini oshirish va belgilangan boyitma chiqishiga erishish uchun ko'pik konusi o'lchamini to'g'ri tanlash kerak bo'ladi. Tezkor flotatsiya jarayoni konturi noto'g'ri sozlangan taqdirda ish samaradorligi tushishi va tegirmonning o'tkazish qobiliyati pasayishi kuzatiladi.

Shu bilan birga tezkor flotatsiya jarayoni qimmatbaho komponent zarralarini ortiqcha yanchilishdan va shlam hosil bo'lishdan saqlaydi. SkimAir ning yana bir afzalliklaridan biri bu, qabul qilish tuynugining o'lchami o'zgaruvchan bo'lganda odatiy flotatsiya konturini bufer bilan ta'minlaydi. Qabul qilish tuynugi sifati yuqori bo'lsa, SkimAir qo'shimcha metall ajratib olish imkoniyati oshadi.

Yuqori kinetikaga ega erkin minerallar yanchish jarayoni konturida ajratib olinadi. Bu esa yangi boyitish fabrikalarini qurishda asosiy flotatsiya jarayoni frontini kamaytiradi.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, SkimAir mashinasi boyitmasi granulometrik tarkibi ananaviy flotatsiya jarayoni bilan taqqoslaganda ancha yirikroq. Shuning uchun bu boyitmalarni suvsizlantirish jarayoni yaxshilanib, filtrlash xarajatlari va oxirgi boyitmaning namligi sezilarli kamayadi.

Ananaviy tezlashtirilgan flotatsiya jarayonida SkimAir qurilmasi yuqori sifatli boyitma olish uchun mustaqil kamera sifatida foydalaniladi. Yana bir asosiy usullardan biri tezkor asosiy flotatsiya FlashRoughing bo'lib, bu «Outotek» kompaniyasining unikal ishlanmasi hisoblanadi va o'ziga ikkita bosqichni oladi.



119 - rasm. Yanchish siklida tezkor (flash) flotatsiya mashinasining qo'llanilishi

Shuning bilan SkimAir ko'proq davomli flotatsiyada foydalanilib, asosiy flotatsiyada boyitma chiqishini ko'paytiradi va yuqori

sifatli boyitma olishni ta'minlaydi. Shundan so'ng SkimAir boyitmasi Outotec Tank Cell Flash Cleaner flotatsiyasi kameralarida yanada yuqori sifatli boyitma olish maqsadida qayta tozalanadi. Agar SkimAir boyitmasi tarkibida ko'p miqdorda erkin oltin zarralari mavjud bo'lsa, unda FlashRougher tezkor asosiy flotatsiya bilan FlashCleaner tezkor qayta tozalash jarayoni orasiga yirik oltin zarralarini tutish uchun gravitatsiya usulida boyitish dastgohlari o'rnatiladi.

SkimAir ning qo'llanilishi oltin, kumush platinoidlar guruhi metallari, mis, nikel, qo'rg'oshinni boyitishda yuqori natijalarga erishildi. Kanada davlati korxonalarida mis, rux va oltin ishlab chiqarishda ajralish darajasi 5% gacha oshdi.

12-jadval

SkimAir flotatsiya mashinasining texnik xarakteristikasi

Mahsulot	Ish-chi hajmi	Unumdorligi	Harakatlanishi	Yuritgich quvvati	Beriladigan havo miqdori	Beriladigan havo bosimi
Nomlanishi	m ³	t/s	Turi	kVt	Nm ³ /min	kPa
SkimAir 80	2,4	80	Tasmali uzatma / reduktor	11	0,1-1	14
SkimAir 240	6,3	240	Tasmali uzatma / reduktor	22	0,2-2	26
SkimAir 500	25	500	Tasmali uzatma / reduktor	55	0,4-4	40
SkimAir 1200	53	1200	Reduktor	132	1-10	46
SkimAir 1800	85	1800	Reduktor	150	1,5-15	51
SkimAir 2400	119	2400	Reduktor	185	2-20	59

Izoh. O'lchamlari o'zgarishi mumkin. Solishtirma og'irligi 1,8 t/m³ gacha bo'lgan bo'tanalar uchun (dengiz sathidan 1000 m balandlikda, 5 dan +40 °C gacha haroratda) qo'llanilishi mumkin.

Avstraliya oltin boyitish korxonalarida SkimAir ning qo'llanilishidan oltin va misning boyitmaga ajralishi 2,5%, filtrlash samaradorligi 20% oshib, boyitmaning namligi 2% kamaydi. Yangi Zelandiya oltin boyitish korxonalarida SkimAir boyitmaga oltinning ajralishi 80% bo'lib, oltinning umumiy ajralishi 2,5% oshdi.

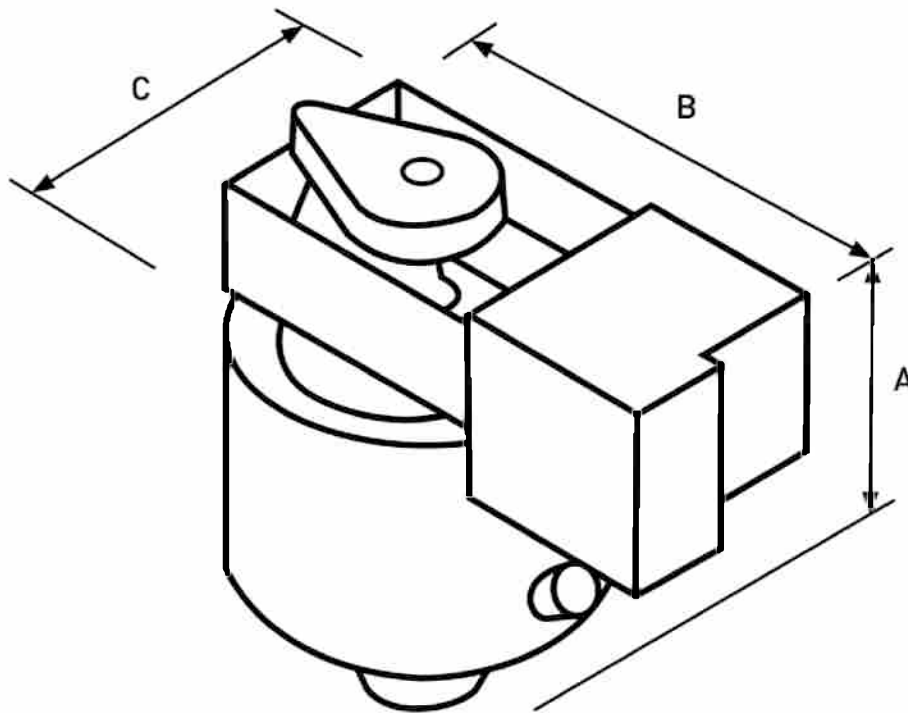
Bu yangi texnologiyani korxonalarda qo'llashdan avval tezkor flotatsiya bo'yicha laboratoriya tadqiqotlarini olib borish zarur. Laboratoriya sharoitida qimmatli minerallarni boyitmaga ajralishi (40-80%) ni tashkil etib, boyitmaning chiqishi (5% atrofida) kamaysa, bunday rudalarni tezkor flotatsiya usuli bilan boyitish samarali bo'ladi. Bundan tashqari gidrosiklonning quyultirilgan mahsuloti mineralogik tarkibini o'rganish ham katta ahamiyat kasb etadi.

13-jadval

SkimAir flotatsiya mashinasining o'lchamlari

Mahsulot	A	B	C	Massasi
Nomlanishi	mm	mm	mm	kg
SkimAir 80	4500	4200	2400	3000
SkimAir 240	5200	4600	2800	6000
SkimAir 500	7800	7400	4200	17 000
SkimAir 1200	9500	9100	5300	34 000
SkimAir 1800	10 000	10 100	5 800	39 000
SkimAir 2400	10 500	10 500	6 400	43 000

Ikki bosqichli jarayonda SkimAir flotatsiya mashinalarini asosiy flotatsiya jarayonida, OutotecTankCell flotatsiya mashinalarini qayta tozalash jarayonlarida qo'llash boyitmaning kerakli sifat darajasiga chiqishiga xizmat qiladi.



120–rasm. SkimAir flotatsiya mashinasining o‘lchamlari

Flotatsiya mashinasi turini tanlash

Bo‘tanani havoga to‘yintirish (aeratsiya) va aralashtirish usuliga qarab flotatsiya mashinalari mexanik, pnevmomexanik va pnevmatik mashinalarga bo‘linadi.

Pnevmomexanik flotatsiya mashinalari mexanik mashinalarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: bir xil texnologik ko‘rsatkichlarda flotatsiya vaqti 35-40% ga kam; 1 t rudaga sarflanadigan energiya 40-50% ga kam; bo‘tana oqimining yuqori tezligida ishlash mumkin; bo‘tanani havo bilan to‘yintirishni keng chegarada boshqarish ($1,5-1,8 \text{ m}^3/\text{daqiq}$) mumkin.

Pnevmatik flotatsiya mashinalaridan aerolift mashinalar eng ko‘p tarqalgan. Ular sodda tuzilishga ega va arzon, yuqori ishlab chiqarish unumdorligiga ega; energiya sarfi kam, polning sathini mexanik mashinalarga nisbatan kamroq egallaydi. Aerolift flotatsiya mashinalarining kamchiliklari quyidagilardan iborat: qiyin flotatsiyalanuvchi rudalarni flotatsiyalashda yetarli darajada

barqaror bo'lmagan texnologik ko'rsatkichlar va yuqori namlikdagi boyitmalar olinadi, vannaning tubiga yirik va zichligi nisbatan yuqori zarrachalarning cho'kish xavfi yoki bo'tanani jadal aralashtirmasligi tufayli bunday zarrachalarning vannaning pastki qismida to'planishi; oraliq mahsulotni chiqarib olishning imkoni yo'qligi, bu esa murakkab boyitish sxemalarda ko'p sonli nasoslarni o'rnatishni talab qiladi.

Flotatsiya mashinalarining taxminiy solishtirma yuki 14-jadvalda keltirilgan.

Pnevmatik flotatsiya mashinalarni quyidagi sharoitlar bilan birgalikda qo'llash tavsiya qilinadi: foydali qazilma oson flotatsiyalanganda, uning kichik yoki o'rtacha zichligida, sodda boyitish sxemasida, boyitmaning chiqishi kattaroq bo'lganda. Boshqa sharoitlarda ko'pincha pnevmomexanik mashinalar tanlanadi. Biroq texnologik sabablarga ko'ra flotatsiya jarayonini jadallashtirishning imkoni bo'lmasa, mexanik mashinalar nisbatan tejamliroq bo'lishi mumkin.

14-jadval.

Flotatsiya mashinalarining taxminiy solishtirma yuki, t/m³soat.

Flotatsiya mashinalarining turi	Oson flotatsiya - lanuvchi, t=9-15 daqiqa	O'rtacha flotatsiyala -nuvchi, t=15-30 daqiqa	Qiyin flotatsiyala -nuvchi, t=30-50 daqiqa	Qattiq zarrachalar - ning miqdori 150 g/l, t=6-9 daqiqa
Pnevmmexanik	2,0÷1,2	1,2÷0,6	0,6÷0,35	-
Mexanik	1,2÷0,7	0,7÷0,35	0,35÷0,2	-
Aerolift	1,2÷0,7	0,7÷0,35	0,35÷0,2	-

Mexanik flotatsiya mashinalarining o'zgargan shakli qaynar qatlamli mashinalar -0,8 mm li va yirikroq zarrachali (-3 mm) qalayli rudalarni flotatsiyalash uchun muvaffaqiyatli ishlatilmoqda.

Turbomarkazdan qochuvchi impellerli flotatsiya mashinalari (FTM va FMIZ) ikkita havoga to'yintirish va qalqib chiqish kameralariga ega bo'lib, mayin tuyulgan shlamli bo'tanalarni flotatsiyalashga mo'ljallangan. Mashinalar havoni so'rish, yoki pnevmomexanik mashinalardagiga o'xshab tagidan havo berish orqali ishlashi mumkin.

Pnevmomexanik mashinalar yuqorida ko'rsatilgan afzalliklari tufayli ko'proq qo'llaniladi. Ular oddiy bo'tanalar (40% qattiq zarrachalar va 50% kam bo'lmagan -0,074 mm sinf) uchun ishlatiladi. Bu mashinalar oqib o'tuvchi mashinalar bo'lib, ularni bo'tana sathi kameralar bo'yicha boshqarilmaganda va ortiqcha mahsulotlarni tez-tez qaytarishlar bo'lmaganda tavsiya qilinadi.

Mashinaga mahsulotlarni so'rish va bo'tanani qabul qilish uchun mexanik kameralar (bosh kameradagidek) o'rnatish mumkin.

Pnevmatik mashinalar ichida Mexanobr institutining chuqur aerolift mashinalari eng yaxshi hisoblanadi.

Ko'pikli saralash qo'llaniladigan FP-2,5 pnevmatik mashina - 0,074 mm li sinfning miqdori 30% dan kam bo'lmagan yirik zarrachali rudalarni boyitishda asosiy va nazorat flotatsiya jarayonlarida ishlatiladi.

Flotatsiya mashinalarning hajmini hisoblash

Loyihalash, ishlab chiqarishda va tadqiqot ishlarida quyidagilarni aniqlash zaruriyati tug'iladi:

- fabrikaning unumdorligi va flotatsiyani davomiyligi ma'lum bo'lganda, texnologiya uchun ma'lum hajmli flotatsiya mashinalarni sonini;

- mashinalar soni va ularning o'lchami ma'lum bo'lganda fabrikaning unumdorligini;

- mashinalarning soni, o'lchamlari va unumdorligi ma'lum bo'lganda flotatsiyaning davomiyligini aniqlash.

Hisob-kitoblarni bajarish uchun asosiy ko'rsatkich flotatsiyani davomiyligi har bir jarayon uchun hisoblanadi. Bu ko'rsatkich har bir aniq maqsad uchun tajriba va yarim sanoat sharoitida maxsus tajribalar o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi. Tajriba sharoitida (kichik dastgohlarda) olingan natijalar, sanoat masshtabida o'tkazilgan tajribalar natijalaridan 10 % dan 50 % gacha farq qilishi mumkin. Shuning uchun kichik hajmli flotomashinalarda olingan ko'rsatkichlar katta hajmli flotomashinalarda tajriba o'tkazilib, sinab ko'rilishi lozim bo'ladi [13].

Flotatsiya kameralar sonini aniqlash (kamerali va to'g'ri oqimli turdagi flotatsion mashinalarning soni) quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$n = \frac{V_b \cdot t}{V_K \cdot K} = \frac{V_S \cdot t}{1440 \cdot V_K \cdot K} \quad (7.3)$$

bu yerda, n - kerak bo'lgan kameralar soni;

V_b - bo'tananing hajmi, m³/daqiqqa;

t - flotatsiyaning davomiyligi, daqiqa;

V_K - kameraning hajmi, m³, K = 0,65-0,75;

V_S - bo'tananing sutkalik hajmi, m³/sutka.

Korita turidagi mashina uzunligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$L = \frac{V_b \cdot t}{S \cdot K} = \frac{V_S \cdot t}{1440 \cdot S \cdot K} \quad (7.4)$$

bu yerda: L – mashina uzunligi, m;

S - bo'tana bilan band bo'lgan vannaning qirqim yuzasi, m²;

Vannaning uzunligi 10 m dan oshmasligi kerak [18, 19].

Korita turidagi mashina uzunligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$m = \frac{60}{t} \quad (7.5)$$

Bir soatda flotatsiyaga tushayotgan bo'tananing miqdori quyidagi tenglik bilan hisoblanadi:

$$M_s = \frac{M_{SUT}}{24} \quad (7.6)$$

Bo'tana bo'yicha kameraning umumiy hajmi quyidagi tenglik bilan hisoblanadi:

$$V_v = \frac{V_s}{m} = \frac{V_s \cdot t}{60} \quad (7.7)$$

Kameralar soni quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$n = \frac{V_g}{V_k \cdot K} \quad (7.8)$$

Flotatsiyaga tushayotgan bo'tananing miqdori va zichligini aniqlashda quyidagi tenglikdan foydalaniladi:

$$V_{SUT} = Q \cdot \left(R + \frac{1}{\delta}\right) \quad (7.9)$$

bu yerda, Q - ruda miqdori, t/sutka;

δ - rudaning zichligi.

R - (C : Q) – suyuq va qattiq moddalarni og'irlik nisbati.

Yuqoridagilarni hisobga olib, quyidagi tengliklarni keltirib chiqaramiz:

$$Q = \frac{V_c \cdot \delta}{\delta \cdot R + 1} \quad \text{yoki} \quad (7.10)$$

$$R = \frac{V_c \cdot \delta - Q}{Q \cdot \delta} \quad (7.11)$$

7.9-§. Flotatsiya sxemalarni tuzish prinsiplari

Flotatsiya sxemalari. Foydali qazilmalarni flotatsiyalash jarayonida turli - tuman texnologik sxemalar qo'llaniladi. Flotatsiya sxemani tanlash boyitilayotgan mahsulotning flotatsion xossasiga, boyitmaning sifatiga qo'yilayotgan talabga va bir qator texnik-iqtisodiy omillarga bog'liq.

Ko'p hollarda bitta flotatsiya operatsiyasi natijasida oxirgi boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olishga erishilmaydi. Shuning uchun, flotatsiya sxemalari bir nechta flotatsiya jarayonlaridan tashkil topadi: asosiy flotatsiya, tozalash flotatsiyasi va nazorat flotatsiyasi.

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

Tozalash flotatsiyasi – o'zidan oldingi jarayonlarda olingan xomaki boyitmaning sifatini yaxshilash maqsadida o'tkaziladigan flotatsiya jarayoni.

Nazorat flotatsiyasi – asosiy flotatsiya natijasida olingan chiqindi tarkibidagi qimmatbaho komponentni yana bir bor ajratib olish maqsadida o'tkaziladigan operatsiya.

Flotatsion sxemalar – flotatsiya bosqichi va sikllarining soni bilan bir-biridan farq qiladi.

Flotatsiya bosqichi deb, mahsulotni ma'lum yiriklikkacha yanchib, keyin flotatsiyalash jarayonini o'z ichiga olgan texnologik sxemaning bir qismiga aytiladi.

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

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

Qimmatbaho komponentlarning ajralish ketma-ketligiga qarab, polimetall rudalarni boyitishda kollektiv, selektiv va kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalari mavjud bo'ladi [1].

Agar oxirgi boyitmaga bira-to'la bir nechta mineral (masalan, mis va nikel sulfidlari, mis-molibden, qo'rg'oshin-rux) ajralsa, bunday flotatsiya kollektiv flotatsiya deyiladi.

Agar rudadan qimmatbaho komponentlar ketma-ket ajratib olinsa, bunday flotatsiya selektiv flotatsiya deyiladi.

Kollektiv-selektiv flotatsiyada hamma qimmatbaho komponentlar avval kollektiv boyitmaga ajraladi, keyin esa undan alohida minerallar flotatsiyalanadi. Bir bosqichli flotatsiya sxemalari bo'yicha sheelitli, flyuoritli, baritli, spodumenli rudalar boyitiladi. Bu rudalarni boyitish sxemalarida tozalash va nazorat flotatsiyalarining soni turlicha bo'ladi.

Alohida turdagi polimetall rudalar uchun flotatsiyaning prinsipial sxemalarini tanlash

Mineral tarkibi va metallning miqdoriga qarab polimetall rudalar to'rt guruhga bo'linadi [12].

Birinchi guruh - rangli metallar miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Bu rudalar asosan qo'rg'oshin, mis, va temir sulfidlaridan tashkil topgan. Sulfidlarning umumiy miqdori 75-90%, rangli metallarning miqdori 6-15%.

Bu guruhdagi rudalarni boyitish uchun odatda to'g'ri selektiv flotatsiya sxemasi qo'llaniladi. Flotatsiya chiqindisi oltingugurtga yetarli darajada boy va sulfat kislota ishlab chiqaruvchi sanoat uchun xomashyo sifatida ishlatish mumkin bo'lgan holda to'g'ri selektiv flotatsiya sxemalari ayniqsa maqsadga muvofiqdir.

Ikkinchi guruh - rangli metallar miqdori kam va oltingugurtning miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Rudalarning bu guruhiga ko'pchilik mis-ruxli, piritli rudalar kiradi. Mis-ruxli, piritlardagi misning miqdori $1\div 2\%$, ruxning miqdori esa $1\div 2,5\%$.

Bu guruhlardagi rudalarni boyitishning eng samarali usuli boy piritli chiqindi olinuvchi mis va rux sulfidlarini dastlabki kollektiv flotatsiyalash hisoblanadi.

Rudada oltingugurtning miqdori kam bo'lganda kollektiv flotatsiya chiqindisi oltingugurtning miqdori bo'yicha talabga javob bermaydigan hisoblanadi. Bu holda barcha sulfidlarni dastlabki kollektiv flotatsiyalash sxemasi ayniqsa manfaatli hisoblanadi.

Uchinchi guruh - rangli metallarning miqdori yuqori va ora-sira joylashgan polimetall rudalar. Bu guruhga foydalanilayotgan qo'rg'oshin, ruxli va mis-ruxli konlarning rudalari kiradi. Bu turdagi rudalarda mis, qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori $8\div 15\%$ gacha yetadi.

Foydali minerali yirik va ora-sira joylashgan rudalar to'g'ri selektiv flotatsiyali sxema bo'yicha boyitiladi. Agregatli va ora-sira joylashganda dastlabki kollektiv flotatsiyali sxema ko'proq samara beradi.

To'rtinchi guruh - rangli metallarning miqdori kam bo'lgan va ora-sira joylashgan rudalar. Rangli metallarning umumiy miqdori qoidaga ko'ra $3\div 4\%$ dan ortmaydi, ba'zi hollarda esa 2% . Piritning miqdori ba'zan $30\div 40\%$ ga yetadi. Bu guruhdagi rudalarni boyitishda iqtisodiy shartlar bo'yicha dastlabki kollektiv flotatsiya sxemasini qo'llash maqsadga muvofiq [13].

Boyitishning alohida sikl va bosqichlarida flotatsiya sxemalarini tuzish

Amalda ishlatiladigan flotatsiya sxemalari shuncha ko'pki ularni alohida hol uchun ko'rib chiqishga imkoniyat yo'q.

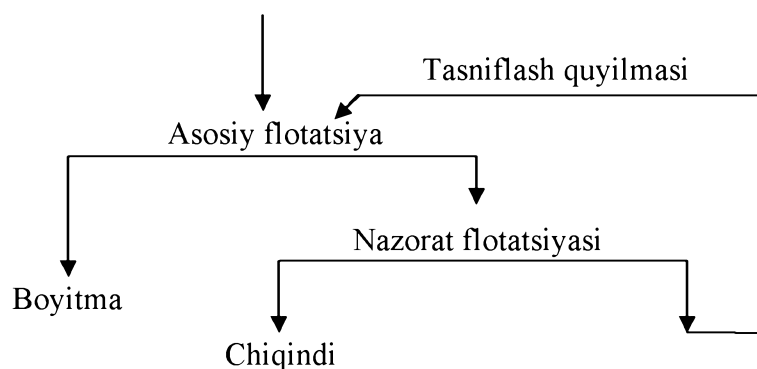
Boyitish siklining eng oddiy misoli bitta flotatsiya jarayoni hisoblanadi. Lekin bunday oddiy sxema faqat bitta oxirgi mahsulot olinadigan siklda ishlatilishi mumkin. Masalan, birinchi bosqichda

flotatsiyalashda tayyor boyitmaning bir qismi va qaytadan yanchishga va flotatsiyaning ikkinchi bosqichiga tushuvchi boy chiqindi olinishida.

Agar boyitish siklida ikkita oxirgi mahsulot-konditsion boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olinishi kerak bo'lsa, murakkabroq boyitish sxemalari qo'llaniladi.

Flotatsiya sxemasining tarmoqlanish yo'nalishi asosan uchta shartga –rudadagi qimmatbaho mineralning miqdoriga boyitmaga qo'yiladigan talablarga va qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish xususiyatlariga bog'liq.

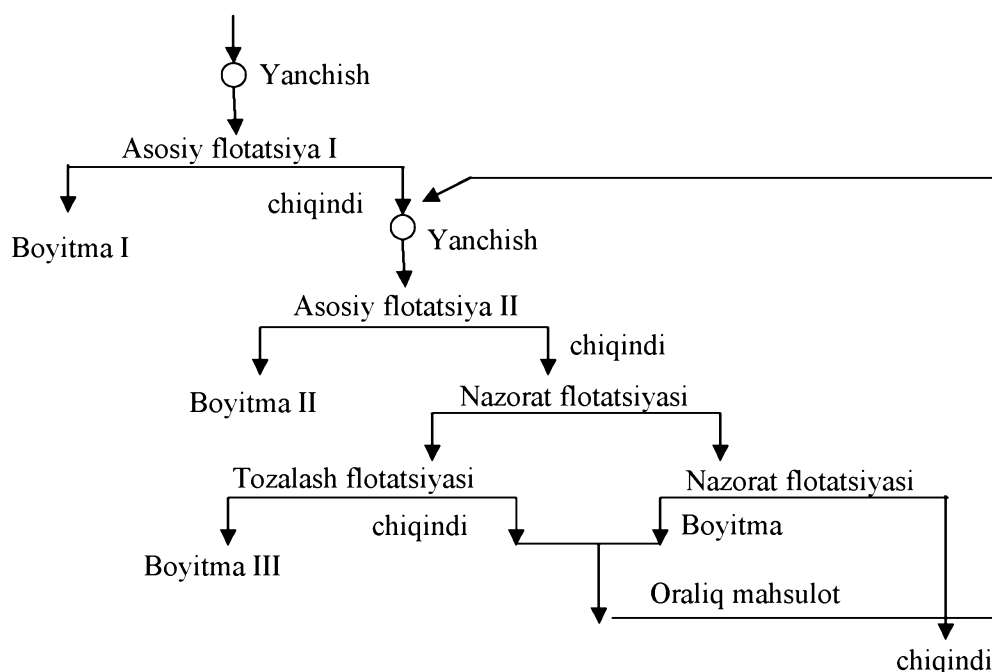
Rudadagi qimmatbaho komponentning miqdori yuqori, boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar past, puch tog' jinslari flotatsion aktiv emas. Bunda boyitmani tozalash jarayonlarisiz, lekin chiqindini bir, ikki marta nazorat flotatsiyalash qo'llanuvchi flotatsiya sxemasini ishlatish mumkin. Bunday sxemalar ko'mir boyitish fabrikalarida, shuningdek rangli metallarning boy rudalarini boyituvchi ba'zi fabrikalarda qo'llanadi (121-rasm).



121-rasm. Asosiy flotatsiya chiqindisini nazorat flotatsiyalovchi flotatsiya sxemasi.

Qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish qobiliyati past, boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar ham past. Yuzaga qalqib chiqib flotatsiyalangan minerallarni tozalash maqsadga muvofiq emas va ularni jarayondan tezda chiqarib olish kerak. Sxema nazorat flotatsiyalar sonini ortishi yo'nalishida tarmoqlanadi. Misol

tariqasida mis-piritli rudalarni flotatsiyalash sxemasini keltirish mumkin (122-rasm).



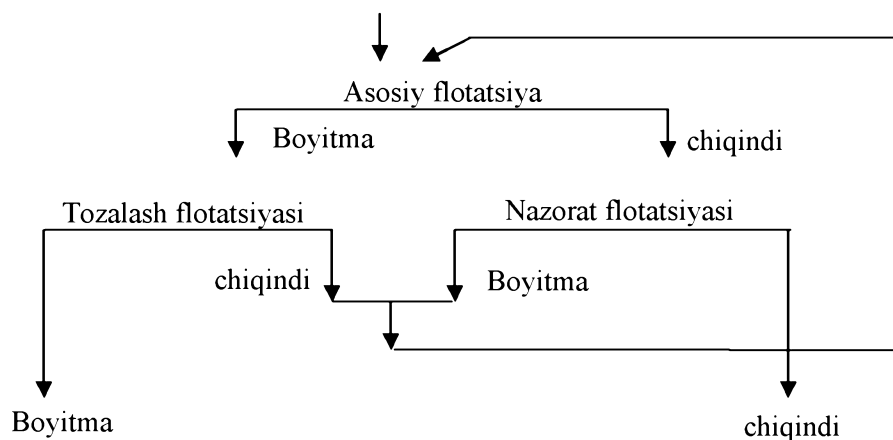
122-rasm. Nazorat flotatsiyasi sonlarining ortishi yo‘nalishida rivojlanuvchi flotatsiya sxemasiga misol.

Boyitmani ikki yoki uchta tozalash va bitta nazorat jarayonli sxema qimmatbaho mineralning yuqori boyitish darajasiga erishishda yoki puch tog‘ jinslarining flotatsion faolligi yuqori bo‘lganda ishlatiladi. U polimetall rudalarni boyitishning qo‘rg‘oshinli va ruxli sikllarida qo‘llaniladi.

Rudadagi qimmatbaho mineralning miqdori kichik, boyitma sifatiga qo‘yiladigan talablar yuqori, qimmatbaho mineral yaxshi flotatsiyalanadi. Flotatsiya sxemasi boyitmani tozalash jarayonlari soni ortishi yo‘nalishida tarmoqlanadi. Bunday sxemalar molibdenli, grafitli rudalarni boyitishda qo‘llaniladi.

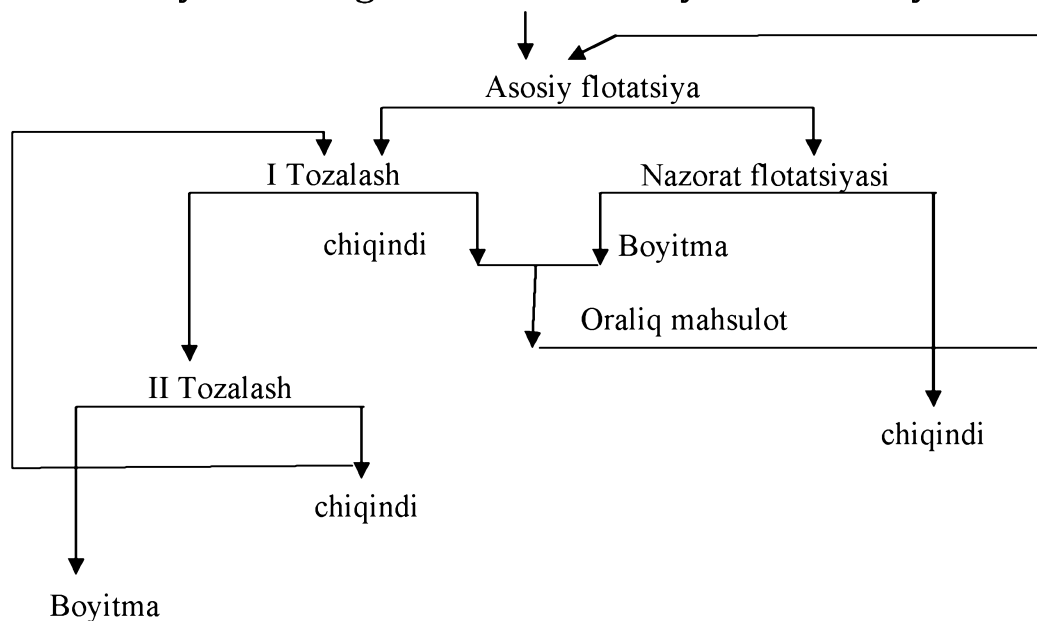
Rudadagi molibden miqdorining kamligi boyitmaga qo‘yiladigan talablar yuqoriligi sxemaga 5-8 tadan boyitmani tozalash jarayonlarini kiritishni talab qiladi. Molibdenitning yaxshi flotatsiyalanishi uni chiqindilar bilan yo‘qolishidan cho‘chimasdan ko‘p sonli tozalash jarayonlarini qo‘llashga imkon beradi.

Kambag'al grafitli rudalarni boyitishda 6-7 ta boyitmani tozalash jarayonlarini qo'llovchi flotatsiya sxemalari ishlatiladi [1, 2].



123-rasm. Boyitmani bir marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxema.

Boyitmani bitta tozalash jarayoni qo'llaniladigan flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasi talab qilinmaganda, kambag'al ruda va boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar past; o'rtacha ruda va o'rtacha talablar, boy ruda va yuqori talablar bo'lganda qo'llaniladi. Bunday sxemalar ko'pincha misli rudalarni flotatsiyalashning kollektiv flotatsiyasida uchraydi.



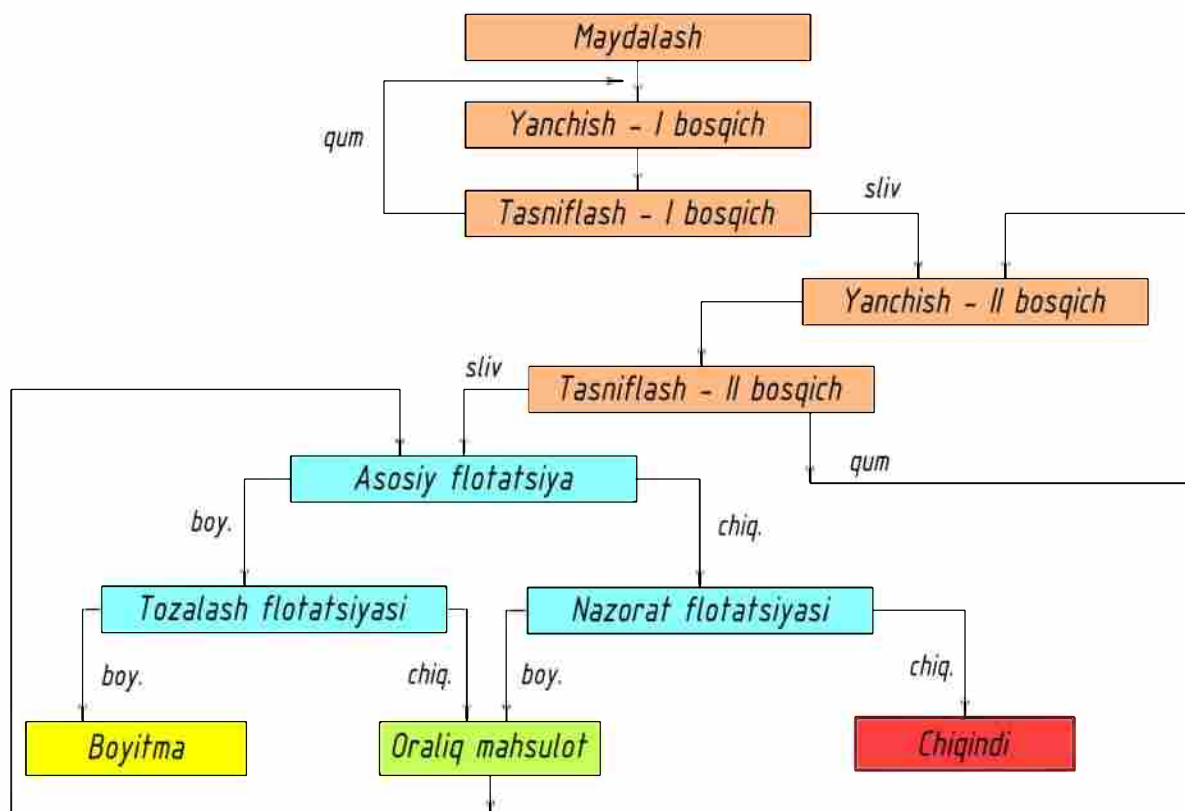
124-rasm. Boyitmani ikki marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali flotatsiya sxemasi.

Boyitmani bir marta tozalash jarayonli flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasini olish talab qilinmaganda; kambag'al rudalar va boyitma sifatiga qo'yiladigan talab past bo'lganda; o'rtacha ruda va o'rtacha talablarda, boy ruda va yuqori talablarda qo'llaniladi. Bunday sxema ko'pincha misli flotatsiyaning asosiy siklida, polimetall rudalarni kollektiv flotatsiyalash siklida uchraydi. boyitmani ikki va uch marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxemalar qimmatbaho mineralning yuqoriroq boyitish darajasiga erishish lozim bo'lganda yoki puch tog' jinslarining flotatsiyalanish faolligi yuqori bo'lganda ishlatiladi.

Oltin rudalarini flotatsiya usulida boyitish texnologiyasini takomillashtirish

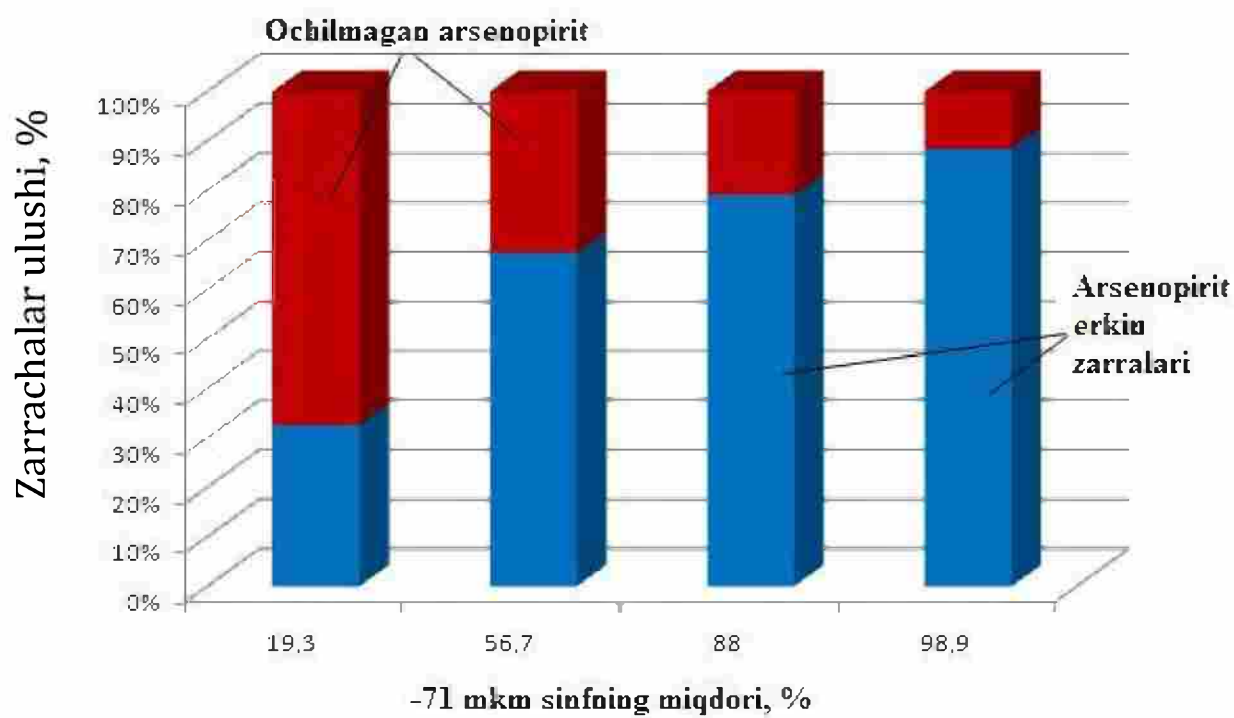
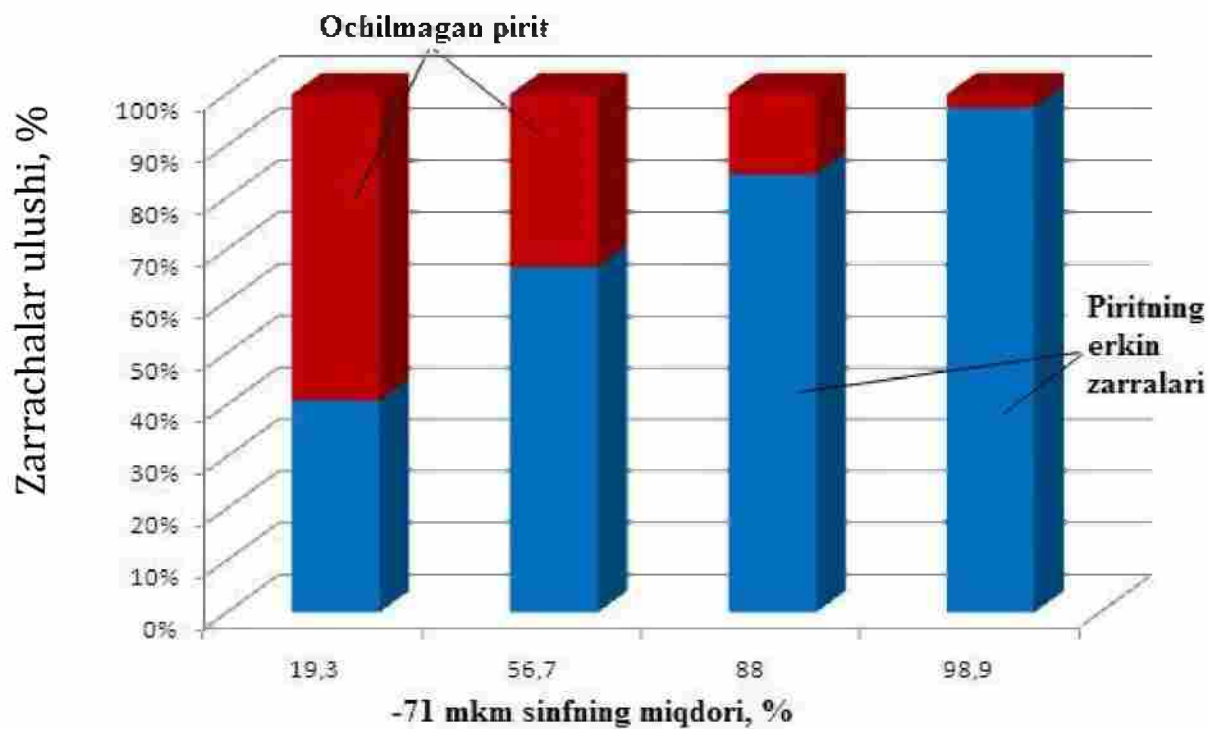
Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 3-gidrometallurgiya zavodida «Kokpatas» va «Daugiztau» konlarining oltin tarkibli rudalari flotatsiya usulida boyitish, flotatsiya boyitmasini bakteriali oksidlash va bakteriyali oksidlash mahsulotini sorbsiyalash texnologiyasida qayta ishlanadi. Ikkala kon rudalarida ham oltin saqlaydigan minerallar pirit va arsenopirit hisoblanadi. Rudaning xarakterli jihati shundaki, minerallar mayin donador bo'lib, ularda oltin o'ta mayda o'lchamda joylashgan. Temir sulfidlari va oltinning flotatsiyada to'liq ajralmasligi zavodning texnologik jarayonlarida metallning yo'qotilishiga olib keladi. Shuning uchun flotatsiya usulida boyitish jarayonini takomillashtirishga katta e'tibor qaratish lozim.

Dastlab loyihalangan flotatsiya sxemasi o'z ichiga asosiy va nazorat flotatsiyasi jarayonlarini olib, asosiy flotatsiya boyitmasi tozalashga, oraliq mahsulotlar esa jarayon boshiga qaytariladi (125-rasm) [20].

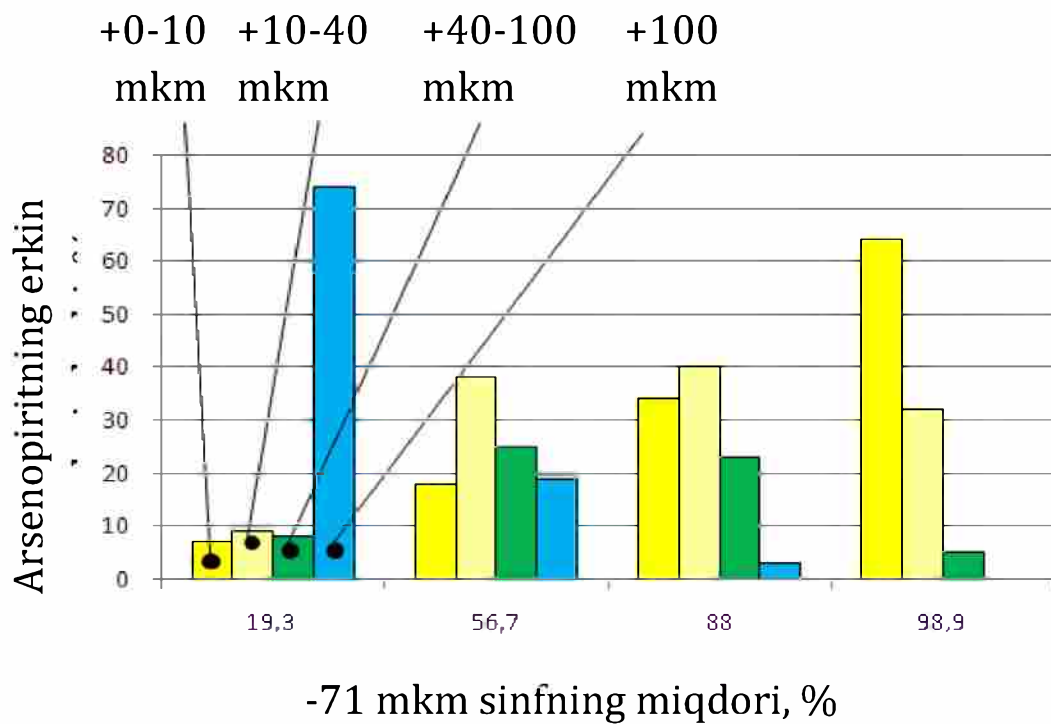
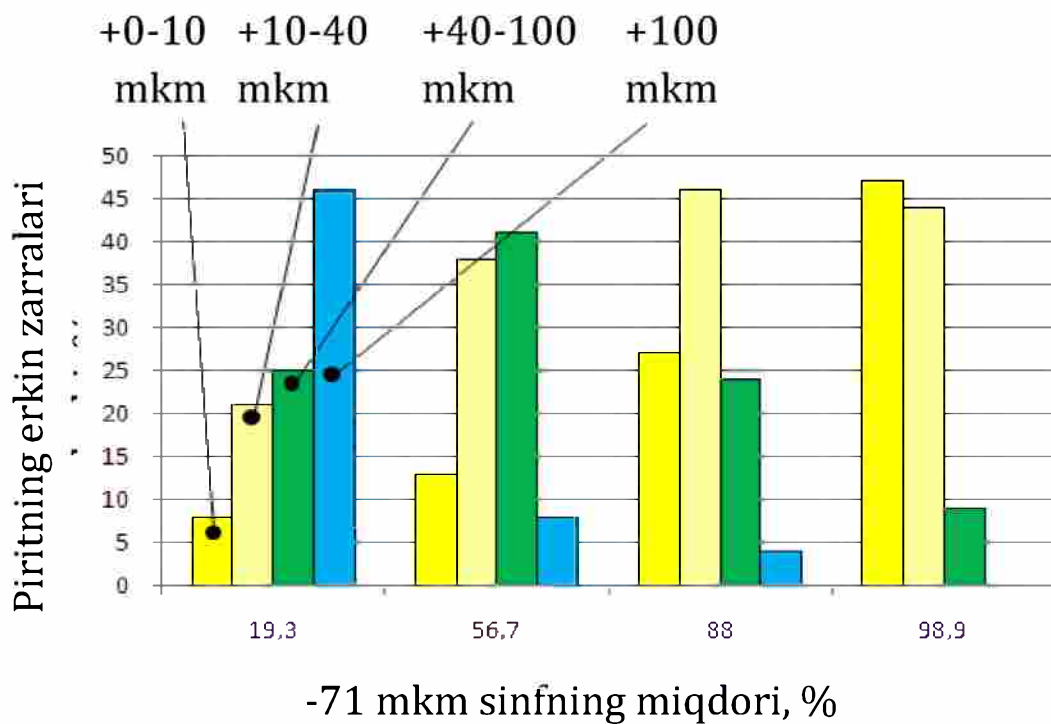


125-rasm. Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 3-gidrometallurgiya zavodining loyihaviy flotatsiya sxemasi

Loyihalangan sxema bo'yicha flotatsiya bo'limini ishga tushirish qayta ishlanayotgan rudaning tarkibini yetarlicha o'rganilmaganlik oqibatida qoniqarli texnologik ko'rsatkichlarga olib kelmadi. Reagent rejimini sozlash, ularni qo'shish nuqtalarini ko'paytirish va qo'shimcha reagentlar qo'llash ijobiy natija berdi, ammo, umumiy holatni yaxshilash imkonini bermadi. Flotatsiya chiqindisini tahlil qilish natijalari 60% metall – 0,044mm sinfda joylashganini ko'rsatdi. Yanchishning ikkinchi bosqichida gidrosiklon slivida 0,044mm sinfdagi mahsulot 65% gacha yetdi. Olingan ma'lumotlar natijasi shuni ko'rsatdiki, ikki bosqichli yanchish jarayonida rudaning o'ta yanchilib ketishi (shlamlanish) sodir bo'lgan.



126-rasm. «Daugiztau» va «Kokpatas» konlari rudalari aralashmasida yanchish darajasiga bogʻliq holda sulfidlarning ochilishi



127-rasm. «Daugiztau» va «Kokpatas» konlari rudalari aralashmasida yanchish darajasiga bog'liq holda yiriklik sinfi bo'yicha sulfidlarning ochilishi

Ma'lumki, bo'tanada shlam miqdorining ortishi flotatsiya jarayonini umuman izdan chiqaradi. Yanchish jarayonida zarralarni 8-15 mkm o'lchamgacha yanchilganda ular fizikaviy xossalarni o'zgartiradi. Havо pufakchalariga shlamli zarrachalar yopishib qolib, qimmatbaho minerallarni yopishishiga to'sqinlik qiladi. Natijada jarayonning tanlovchanligi pasayadi va boyitmaning sifati yomonlashadi, chiqindida esa metalning miqdori ortadi. Olingan ma'lumotlar asosida rudaning yanchiluvchanligini, metalning yiriklik sinflariga tarqalganligini sinchiklab o'rganishga qaror qilindi [20].

«Kokpatas» va «Daugiztau» konlarining rudalari -50 mm sinfgacha maydalanganda mayin sinflarning boyishi sodir bo'ladi. Rudani 58-60% – 0,074mm yiriklik sinfigacha yanchilganda «Daugiztau» koni rudasi uchun – 40 mkm sinfnining miqdori 43% ni tashkil qiladi, 47% oltin esa ana shu sinfdagi joylashgan. «Kokpatas» koni rudasi uchun xuddi shunday yanchishda – 40 mkm sinfnining chiqishi 38% ni tashkil qiladi, metallning miqdori esa 40%.

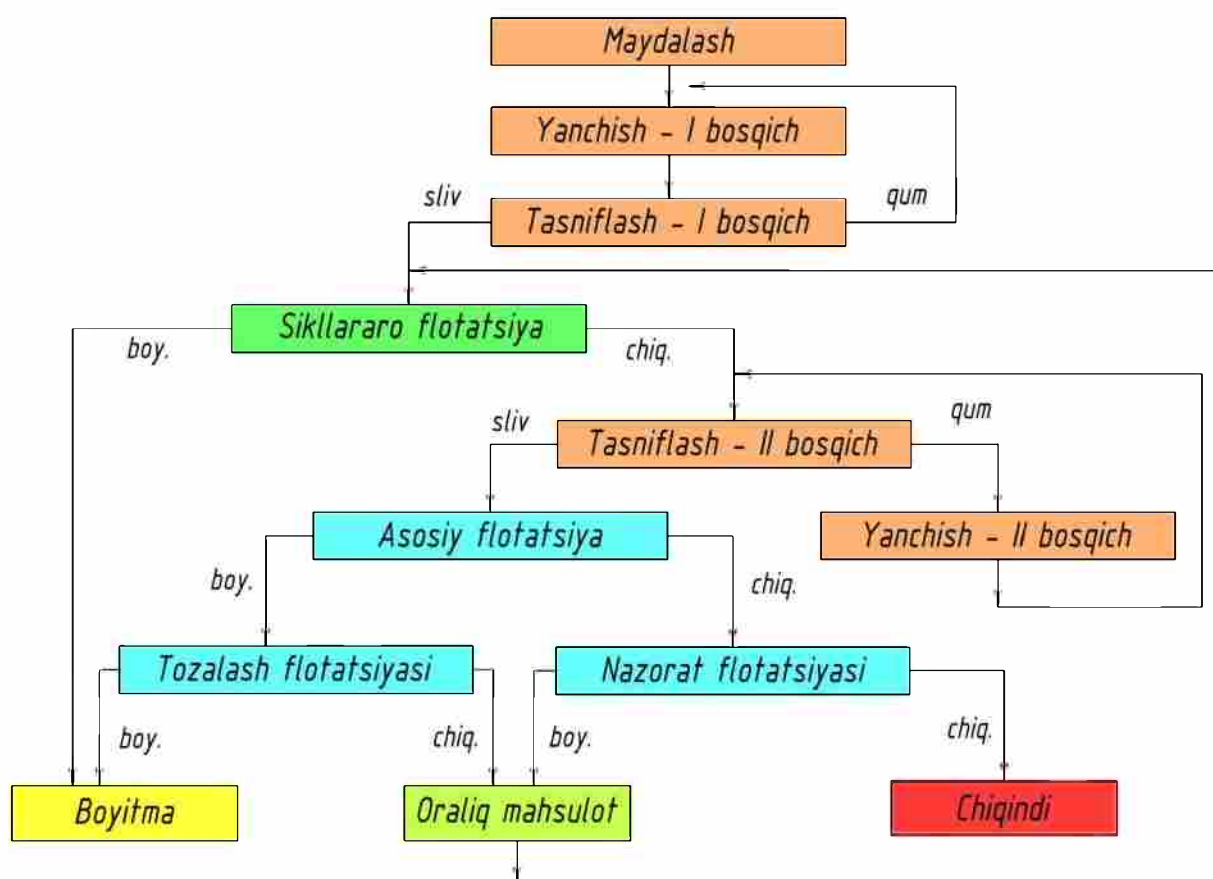
Rudani 80% – 0,074mm yiriklik sinfigacha yanchilganda «Daugiztau» koni rudasi uchun – 40 mkm sinfnining chiqishi 58% ni tashkil qiladi, «Kokpatas» koni rudasi uchun xuddi shunday yanchishda 53% ni tashkil qiladi, metallning miqdori esa mos holda 64 va 58%.

Mineralogik tahlil natijalariga ko'ra ruda -2 mm sinfgacha maydalanganda ikkala kon rudalarida ham sulfidlarning ochilishi o'rtacha 30-32% (arsenopirit) va 38-40% (pirit) ni tashkil qiladi. 54% – 0,074mm yiriklik sinfigacha yanchilganda sulfidlarning ochilishi 65-70% ni tashkil qiladi (126-rasm) [20].

Ketma-ket yanchish sulfidlarning o'ta yanchilib ketishiga va shlamlanishga olib keladi. Flotatsiyalanmaydigan sinfdagi (-10 mkm) piritning erkin zarrachalarining miqdori 12% dan 25% gacha, arsenopiritniki esa 10% dan 35% gacha ortadi 127-rasm. Shu vaqtning o'zida rudani 88% – 0,074mm yiriklik sinfigacha yanchilganda ochilmagan sulfidlarning ulushi 20-25% ni tashkil qiladi. Shuning

uchun yanchilib bo'lgan sulfidlarni shlamlanishini oldini olish uchun yanchish bosqichlarida alohida chiqarib olish, ya'ni sxemaga sikllararo flotatsiya jarayonini kiritish zarurati tug'ildi.

Sikllararo flotatsiya jarayonini kiritish 3-gidrometallurgiya zavodida boyitish bo'limining texnologik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada ko'tarilishini ta'minladi. Tadqiqotlar natijasida zavodning flotatsiya bo'limida boyitish sxemasi tavsiya qilingan sikllararo flotatsiya qo'llagan holda boyitish sxemasiga almashtirildi (128-rasm) [20]. Mineral xomashyolarni flotatsiya usulida boyitish texnologiyasini takomillashtirish natijada oltinni boyitmaga ajralishi 8% ga ortdi.



128-rasm. Tavsiya qilingan sikllararo flotatsiya qo'llagan holda boyitish sxemasi

7.10-§. Flotatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar

Flotatsiya jarayoniga reagentlarning ta'siri. Flotatsiya - universal va yuqori texnologik ko'rsatkichlarga erishish mumkin bo'lgan jarayon hisoblanib, uning borishiga ko'p sonli omillar ta'sir qilishi mumkin. Ularga: dastlabki mahsulotning mineral tarkibi va yirikligi, bo'tananing zichligi, harorat, reagent tarkibi, suvning tarkibi, flotatsiya vaqti, bo'tananing mashinadagi aeratsiyalanish darajasi va h.k.

Boyitilayotgan rudaning mineral tarkibiga qo'llanadigan reagentlarni tanlash, ularning sarfi va rudadagi komponentlarni ajralish ketma-ketligi tanlanadi. Rudani mineral - petrografik o'rganish asosida flotatsiyadan oldin hamma mineral komponentlarning tarkibi, kristallarini o'sishinining o'zaro tuzilishi, begona aralashmalarining oksidlanish darajasi va har qaysi komponentning massa ulushi belgilanadi. Buning asosida reagentlar tanlanadi, yanchish va flotatsiya sxemalari belgilanadi [1, 13].

Turli xil rudalar turlicha flotatsiyalanadi. Sulfidli minerallarni nosulfid minerallardan flotatsiya usuli bilan oson ajratish mumkin. Sulfidli rudalarning oksidlanishi va tanlab eritilishi natijasida hosil bo'lgan oksidli rudalarning flotatsion qobiliyati sust bo'ladi va ular avval sulfidlanmasdan turib flotatsiyalanmaydi.

Flotatsiyada dastlabki mahsulotning yirikligi shunday bo'lishi kerakki, qimmatbaho komponent zarrachalari o'ziga yopishgan puch tog jinslari minerallardan to'liq ozod bo'lgan va flotatsiyalanuvchi zarrachalarning o'lchami havo pufakchalarining ko'tarilishi kuchiga mos kelishi kerak.

Odatda flotatsiyani zarrachalarning o'lchami 0,02-0,5 mm orasida olib boriladi. Flotatsiyalanuvchi mineral zarrachalarning maksimal o'lchami ularning gidrofobligiga va shakliga bog'liq. Rudani flotatsiyadan oldin yanchganda shunga erishish kerakki, dastlabki bo'tana tarkibida flotatsiyalanishi mumkin bo'lmagan yirik zarrachalar ham, shuningdek, ajralishni keskin ko'paytiruvchi

va reagentlar sarfini oshiruvchi, o'lchami 0,02 mm dan kichik bo'lgan shlamlar bo'lmasin.

Bo'tananing qattiq zarrachalarining massa ulushi 15-40% gacha bo'lishi mumkin. Flotatsiyaning ba'zi jarayonlarida suyuqroq bo'tana ishlatish maqsadga muvofiq bo'lsa, ayrim jarayonlar uchun esa bo'tana quyiltiriladi.

Bo'tananing zichligi katta bo'lganda uning pufakchalar bilan to'yinish darajasi pasayadi, yirik mineral zarrachalarning flotatsiyalanishi yomonlashadi, konsentratning sifati pasayadi. Yuqori sifatli boyitma olinishi talab qilinganda flotatsiya suyuqroq bo'tanada olib boriladi.

Haroratning ortishi ko'p hollarda flotatsiya jarayoniga ijobiy ta'sir etadi. Bunda bir qator reagentlarning (ayniqsa, yog' kislotalari va sovunlar) eruvchanligi ortib, ularning sarfi kamayadi. Shu bilan bir vaqtda to'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatilganda bunday hol kuzatilmaydi va bunda bo'tanani faqat qish kunlaridagina isitish maqsadga muvofiq.

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

Odatda reagentlar quyidagi ketma-ketlikda qo'shiladi: muhit sozlovchilar, tazyiqlovchilar (faollashtiruvchilar), to'plovchi va ko'pik hosil qiluvchilar.

Muhit sozlovchilar tegirmonga yoki chanlarga beriladi. To'plovchilar esa kontakt chanlar yoki to'g'ridan-to'g'ri flotatsion mashinalarga beriladi. To'plovchi odatda bira-to'la emas, balki ozdan qo'shiladi. Ko'pik hosil qiluvchilar flotatsion kameraga beriladi.

Suvning tarkibi flotatsiya jarayoniga ta'sir qiladi, chunki suv o'zining tarkibida har xil ionlar, erigan gazlar va boshqa qo'shim-

chalarni saqlaydi, ular muhitning pH ini o'zgartirib, ko'pik hosil bo'lishini yomonlashtiradi va reagentlar sarfini oshiradi. Bo'tanadagi ionlar kerak bo'lmagan holda minerallarga faolligini oshiruvchi yoki so'ndiruvchi sifatida ta'sir qilishi mumkin.

Flotatsiya jarayonida flotatsiyalanuvchi komponentning boyitmaga ajralish darajasi va boyitmaning sifatini belgilaydi. Olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, flotatsiya vaqtining ma'lum bir chegarasi (optimum) bo'lib, flotatsiya vaqtining optimumdan oshishi iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, chunki qimmatbaho komponentning boyitmaga ajralishining sezilarsiz darajada ortishi flotatsiya vaqtining ancha uzayishi, boyitma sifatining yomonlashishi va flotatsion mashina ishlab chiqarish unumdorligining kamayishi hisobiga sodir bo'ladi.

Bo'tananing aeratsiyalanish darajasi flotatsiya vaqti va boyitishning texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. Bo'tananing aeratsiyalanish darajasi ortishi bilan flotatsiya vaqti kamayadi. Biroq, bo'tanani havo bilan haddan tashqari to'yintirish ularni qo'shilishini ko'paytiradi. Nisbatan yirik pufakchalar katta tezlikda qalqib chiqib, ulardan mineral zarrachalarning ajralish ehtimolini oshiradi. Bo'tanada mineral zarrachalarni ko'tarish uchun nisbatan yirik zarrachalarning ham va mineral zarracha yuzasini faollashtiruvchi mayda pufakchalar ham bo'lishi kerak.

Flotatsiyaning samarali ketishiga flotatsion mashinaning ishlash sharoiti ham ta'sir qiladi. Mashinaga tushayotgan bo'tananing hajmi va undagi qattiq zarrachalarning massa ulushi (zichligi) doimiy bo'lishi kerak.

Flotatsion mashinani haddan tashqari yuklash metallni 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.

Ko'pikli flotatsiyada flotatsiya mashinasi samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar.

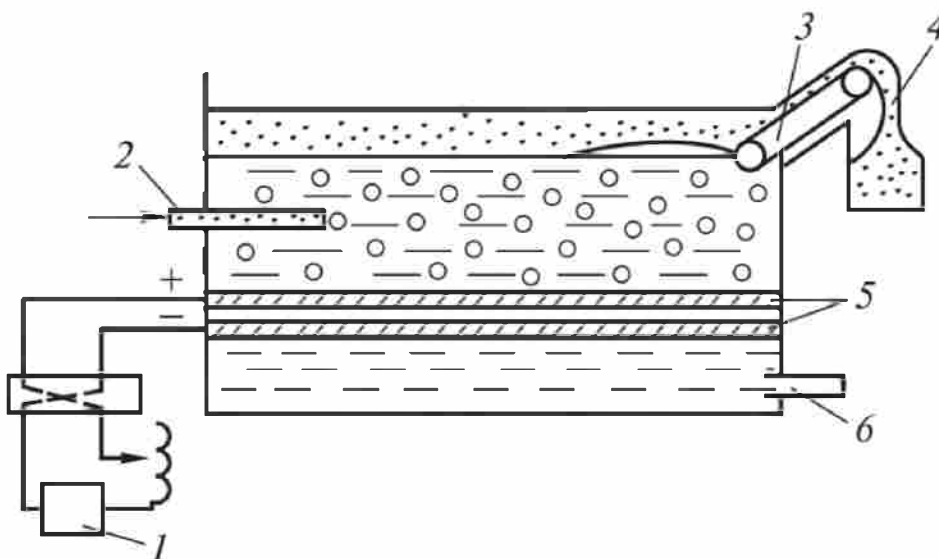
Ko'pikli flotatsiyada flotatsiya mashinasining ishlash samaradorligiga ko'p sonli bir biriga bog'liq omillar ta'sir qiladi.

Flotatsiya mashinalarining samarali ishlashini belgilovchi asosiy omillardan biri bo'tanani aeratsiyalash hisoblanadi. U beriladigan havo sarfiga, uning dispergatsiyalanish darajasiga, bo'tana hajmi bo'ylab taqsimlanishiga, aralashtirish jadalligiga, bo'tana zichligiga, ko'pik hosil qiluvchi reagentning turi va miqdoriga bog'liq [1, 12, 13].

Flotatsiya kamerasining ish samaradorligi uning aeratsiyalanuvchi hajmiga uzviy bog'liq bo'lib, u turli flotatsiya mashinalarida turlicha bo'ladi.

Aeratsiyalanayotgan hajmdagi havoning miqdori 0 dan 30 % gacha o'zgarishi mumkin.

Sanoat sharoitida aeratsiya flotatsiya kamerasining gorizontaal kesimi birligidan yoki bo'tana hajmi birligidan vaqt birligi oralig'ida o'tgan havo hajmi bilan tavsiflanadi. U turli xil turdagi flotatsiya mashinalarida odatda $600 \div 1300 \text{ l}/(\text{m}^2 \text{ min})$ ni tashkil etadi.



129-rasm. Ko'pikli separatsiya uchun flotatsiya mashinasi.

Aeratsiyaning oshishi bilan flotatsiya tezligi ortib boradi. Masalan, donador sulfidli rudalarni bir xil ajralishga erishish uchun kerakli flotatsiyalanish vaqti kvadrat ildiz ostidagi aeratsiya

darajasiga teskari proporsional. Bo'tanaga beriladigan yoki so'rib olinadigan havoning miqdori mashina turiga va uning ishlash tartibiga bog'liq.

Pnevmatik va pnevmomexanik flotatsiya mashinalarida havo sarfi avtomatik tarzda sozlanadi. Ammo, maksimal texnologik ko'rsatkichlarga ega bo'lish uchun havoning umumiy hajmi emas, balki havo pufakchalari yuzasining umumiy maydoni va ularni bo'tana yuzasiga suzib chiqish tezligini belgilovchi disperslik muhim ahamiyatga ega.

Havo pufakchalarining dispersligi aerator turiga, ko'pik hosil qiluvchi reagentning turi va konsentratsiyasiga bog'liq. Mexanik va pnevmomexanik flotatsiya mashinalarida u bo'tanani impeller yordamida aralashtirish jadalligi oshgani sari ortadi. Ammo, juda kuchli aralashtirish nafaqat pufakchalar va suvda qiyin eriydigan reagentlar dispersligini oshishiga, zarrachalar bilan pufakchalar to'qnashish ehtimolining ortishiga, balki pufakchadan ajratadigan kuchning oshishiga, yirik zarralarning flotatsiyalanish ehtimolini pasayishiga va elektr energiyasining sarfini oshishiga ham olib keladi [13].

Amaliyotda shunday hollar ham uchraydiki, impellerning aylanish tezligini kamaytirish fabrika ishlashining texnologik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini oshishiga olib keladi.

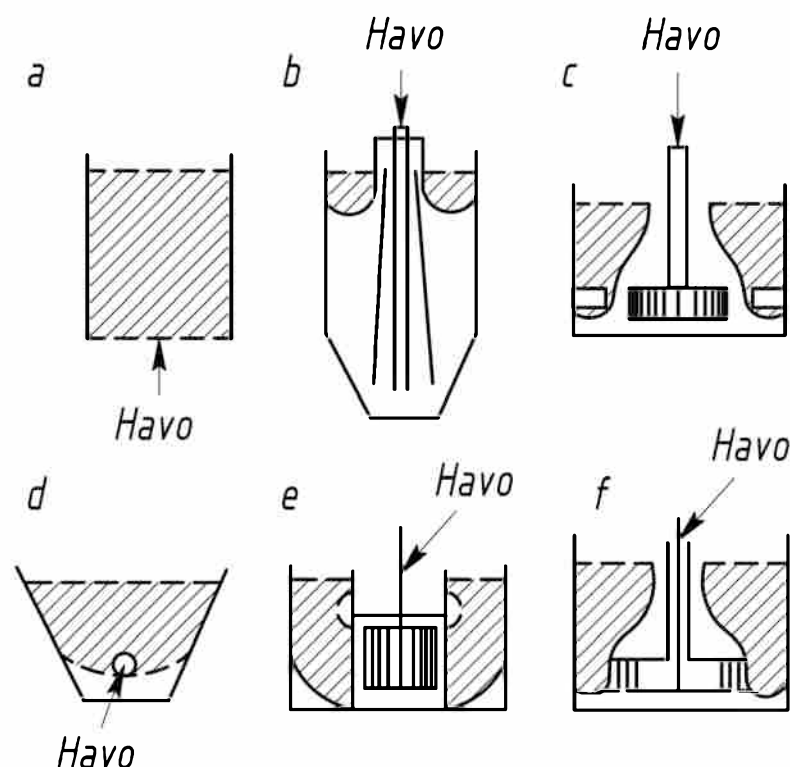
Bo'tana hajmida pufakchalarning teng taqsimlanishi flotatsiya kamerasining foydali ishlatilish koeffitsientini tavsiflab, u flotatsiya mashinasi turiga va bo'tanani aralashtirishning jadalligiga bog'liq.

Amaliyotda bo'tananing birlik hajmidagi qattiq mahsulot miqdori yoki bo'tanadagi qattiq fazani suyuq faza massasiga nisbati (Q:S) bilan tavsiflanuvchi bo'tana zichligi flotatsiyaning qator parametrlari va ko'rsatkichlariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Bo'tana zichligining oshishi (fabrikaning unumdorligi o'zgar-mas bo'lganda) bo'tananing flotatsiya mashinasi kamerasida bo'lish vaqtini va bo'tanadagi reagentlar konsentratsiyasining ortishi-

ga (bo'tanadagi qattiq mahsulot birligiga uning sarfi o'zgarmas bo'lgan hol uchun) olib keladi.

Bo'tananing zichligi oshishi bilan ko'pikli qatlamdagi qimmatbaho komponentning miqdori kamayib boradi. Buning asosiy sababi: puch tog' jinsi minerallari mexanik tarzda o'zi bilan olib ketishi, yirik zarralarning flotatsiyalanishini kamayishi, mayin zarralarning flotatsiyalanishining oshishi (nafaqat flotatsiyalanuvchi minerallar, balki puch tog' jinslarining mayin zarralari ham pufakchalar bilan to'qnashish tasodifi katta bo'lganligi uchun).



130-rasm. Turli xil flotatsiya kameralaridagi aeratsiyalanuvchi hajm: a – oddiy tubli pnevmatik; b – chuqur aeroliftli; c – pnevmomexanik; d – pnevmomexanik aylanuvchi rotorli; e – sterjen turidagi impellerli mexanik; f – radial turdagi impellerli mexanik.

Bo'tana zichligining oshishi natijasida mo'rt zarrachalarning ishqalanish evaziga shlamlanish ehtimoli ko'payishi kuzatilishi mumkin.

Qattiq mahsulot bo'yicha solishtirma ish unumdorligining maksimal qiymati va solishtirma energiya sarfining minimal qiymati bo'tana zichligining optimal qiymatida kuzatiladi.

Qimmatbaho komponentning boyitmaga ajralishi va aeratsiyalanish ham bo'tana tarkibidagi qattiq zarralar miqdoriga bog'liq. O'ta yuqori ajralish va aeratsiyalanish (yaxshi dispergatsiyalanish va pufakchalarning bo'tana hajmi bo'ylab teng tarqalishi) bo'tana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 20÷30% bo'lganda kuzatiladi.

Amaliyotda bo'tana zichligining qiymatini tanlash flotatsiyalanuvchi mineralning o'lchami va zichligiga, flotatsiya jarayonining maqsadiga va flotatsiyalash mahsulotlarining sifatiga qo'yilgan talabga bog'liq. Flotatsiyalanuvchi mineralning o'lchami va zichligi oshishi bilan bo'tana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 35÷40% gacha ko'tariladi va shlamning miqdori ko'p bo'lganda hamda qayta ishlanayotgan mahsulotning zichligi pasayishi bilan uning miqdori 10÷15% gacha pasayadi. Asosiy va nazorat flotatsiyasida chiqindi tarkibiga yo'qotilishni oldini olish uchun bo'tana zichligi balandroq (bo'tana tarkibidagi qattiq mahsulotning miqdori 25÷40%) bo'lishi talab etiladi.

Murakkab sxemada rudalarni flotatsiya usulida boyitishda bo'tana zichligini optimal qiymatini ushlab turish uchun har bir jarayonda alohida choralar ko'rishga to'g'ri keladi (masalan, tozalash flotatsiyasidan avval boyitmani suyultirish yoki oraliq mahsulot yoki kollektiv boyitmani navbatdagi flotatsiyalashdan avval quyiltirish).

Boshqa teng holatlarda flotatsiyalanuvchi mahsulotning o'lchami flotatsiya mashinasining ish samaradorligini belgilaydi.

Mayin va yirik zarralarni samarali flotatsiyalanishini amalga oshirish uchun maxsus tuzilishga ega flotatsiya mashinalarini qo'llash maqsadga muvofiq. Shu sababli yirikligi bo'yicha katta diapazondagi mahsulotlarni bitta turdagi flotatsiya mashinasida

boyitish katta yoki mayda zarralarni yomon flotatsiyalanishiga olib keladi.

Shuning uchun rudalarni murakkab sxemalarda (yirik va mayin zarralarni alohida sikllarda flotatsiyalash va turli xil turdagi flotatsiya mashinalarini qo'llash) flotatsiyalash ko'zda tutiladi. Natijada har bir siklda yuqori tezlik va kam xarajatni ta'minlaydigan yuqori texnologik ko'rsatkichlarga ega bo'lish mumkin.

7.11-§. Flotatsiya bo'limida ishlashda xavfsizlik qoidalari

Sarflash maydonchalaridagi oraliq idishlarga va ta'minlagichlarga suyuq reagentlarni va reagent eritmalarini yuborish quvurlar bo'ylab nasoslar yordamida amalga oshirilishi lozim. Jarayonning ta'minlash nuqtalariga bevosita quruq holdagi sianidlar va sulfat natriyni yuborish ta'qiqlanadi.

Uncha ko'p bo'lmagan miqdordagi reagentlarni flotatsiya bo'linmasi bo'ylab ko'chirish faqatgina maxsus yopiq idishlarda ruxsat etiladi [21].

Reagentlardan namunalar olishni mexanizatsiyalashtirilgan moslamalar yordamida amalga oshirish lozim. Reagentlardan namunalar qo'lda olinganda ishchilar dastagining uzunligi 200mm dan kam bo'lmagan namuna olgichlardan foydalanishlari lozim.

Sianidlarning sarflash bachoklari mahalliy tortish ventilyatsiyasi bilan jihozlangan alohida xonalarning reagent maydochalarida joylashtirilgan bo'lishlari lozim. Xona qulf bilan qulflangan bo'lishi kerak.

Berish nuqtalariga sianidlar reagent o'tkazgichlarining kiritilishi shunday bajariladiki, bunda sianid eritmasi bilan erkin holda muomala qilishning imkoni bo'lmasligi lozim. Berish nuqtalarida reagentlar miqdorini o'lchash ta'qiqlanadi.

Reagentlarning chanlari, oraliq va sarflash bachoklari hamda ular bilan aloqador kommunikatsiyalar avariya holatida zarur

bo'lganda reagentlarni to'lig'icha bo'shatishni ko'zda tutuvchi idishlarga ega bo'lishi lozim [21].

Reagent maydonlarining oqava suvlari flotatsiya bo'linmasining drenaj qurilmasiga tushmasdan maxsus quvurlar orqali chiqarib tashlanishi kerak.

Kislotalarni sianidlar, ksontagenatlar, aeroflotlar, natriy sulfati va gidrosulfidning eritmalari bilan aralashtirishga yo'l qo'yilmaydi.

Mis, rux va temir kuporoslari, rux xloridi va kalsiy xloridi eritmalarini natriy sulfat, gidrosulfid va sianid eritmalari bilan aralashtirilishiga ruxsat etilmaydi, chunki bunda yuqori toksinli gazlar – sulfat kislota va sinil kislota gazlari, shuningdek quvurlarni tiqilib qoldiruvchi erimaydigan cho'kmalar ajralishi mumkin.

Reagent maydonlari xodimlarida yakka himoya vositalarining bo'lishi va ularning sozligi smena boshlig'i (usta) tomonidan tasdiqlangan yo'riqnomaga muvofiq tekshirilishi shart [21].

Qo'l bilan flotatsiya mashina impeller bloki shpindelini aylantirish kamera ifloslanganda qismlarga ajraladigan yog'och pomostdagi penogen to'xtatilgan holdagina ruxsat etiladi. Pomostdagi ishchilar olib chiqilgandan keyingina dvigatelni ulashga ruxsat etiladi.

Flotatsion mashinalarni avariya yukdan bo'shatish va yuvish suvlarini yig'ish uchun nasosli zumpflar (pryamiklar) ko'zda tutilgan bo'lishi lozim.

Pnevmatik flotatsion mashinalardagi aerolift quvurlarni almashtirish yoki tozalashda ishchilar himoya ko'zoynaklar taqqan bo'lishlari lozim [21].

Bevosita ishlayotgan flotakameradan pulpaning texnologik namunalarini olish faqatgina shunga mo'ljallangan probniklar bilan penogonni albatta to'xtatish sharti bilangina ruxsat etiladi.

Pnevmomexanik va pnevmatik flotomashinalarning kameralariga havo yuboruvchi havo puflagichlar tovushni izolyatsiyalash va shovqinni yutish ko'zda tutilgan maxsus xonalarda joylashtirilishlari lozim [21].

VIII BOB

MAGNITLI USULIDA BOYITISH

8.1-§. Magnitli usulida boyitishning fizik asoslari

Magnitli 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 bilanгина emas, balki o'zining moddiy tarkibi bilan ham farq qiladi [1].

Magnitli usulda boyitish qora va rangli metallar rudalarini boyitishda, magnitli og'irlashtirgichlarni regeneratsiyalashda, turli xil materiallardan temirni yo'qotishda qo'llaniladi.

Ruda zarrachalarini magnit xossalari qarang ajratish sodir bo'ladigan mashinalar magnit separatorlari deb ataladi.

Separatorning ishchi zonasi deb ataluvchi zonasida magnitli ajratish olib borish uchun kuchlanganligi har xil nuqtalarda har xil bo'lgan magnit maydoni hosil qilish kerak.

Bunday magnit maydoni bir jinsli bo'lmagan maydon deyiladi.

Magnitli 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 [2].

Bu kuchlarning magnitlangan jismlarga ta'siri bu jismlarda tez harakatlanuvchi ichki molekulyar elektr zaryadlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Magnit maydoni kuch chiziqlari holida ifodalanib, ularning umumiy soni magnit oqimi F deb ataladi. Magnit oqimining o'lchov birligi SI sistemasida Veber (Vb).

Magnit maydonining asosiy xarakteristikasi - magnit induksiyasi V hisoblanib, u son jihatdan 1 sm^2 yuzani kesib o'tuvchi kuch chiziqlari soniga teng. Magnit induksiyasining o'lchov birligi tesla (Tl).

Magnit maydonidagi magnitlangan jismning xarakteristikasi sifatida magnit momenti ishlatiladi, u son jihatdan 1 Tl induksiyali magnit maydonida, jism tomonidan his qilingan (seziladigan) mexanik momentga teng.

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

Magnit maydoni kuchlanganlik bilan harakaterlanadi. Musbat magnit massasi birligiga berilgan nuqtada ta'sir qiluvchi kuch magnit maydonining kuchlanganligi deyiladi [1, 2, 29].

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

Agar hajmiy magnitlanishga moyillikni massa birligiga nisbatini olsak, u solishtirma magnitlanishga moyillik deyiladi.

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

Bir jinsli bo'lmagan magnit maydoni maydon gardishini, ya'ni fazoda kuchlanganlik tezligining o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Maydon gradientini 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.

8.2-§. Mineral zarrachalarining magnit xususiyatiga qarab klassifikatsiyalanishi

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

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

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

Ferromagnit moddalarning magnitlanishga moyilligi paramagnetlarnikiga nisbatan ancha katta va ularni magnitlash uchun nisbatan kuchsiz magnit maydoni talab qilinadi. (temir, nikel, kobalt). FeO, FeS.

Boyitishda mineral zarrachalar solishtirma magnitlanishga moyillikning kattaligiga qarab klassifikatsiyalanadi va u bo'yicha hamma minerallar 3 ta guruhga bo'linadi [1].

Ferromagnit minerallar. Kuchli magnitli minerallar, ular $X > 300 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng magnitlanishga moyillikka ega. Bu minerallarga magnetit, gematit, pirrotin va boshqalar kiradi, ular ferromagnit minerallar hisoblanib, ularni ajratish uchun magnit maydonining kuchlanganligi kichik (70-120k A/m) separator ishlatiladi.

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

Diamagnit minerallar, ularga $X < 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan kichik paramagnit minerallar va hamma diamagnit minerallar kiradi.

Minerallarning bu guruhi magnitli fraksiyaga hatto kuchli maydonli separatorlarda ham ajralmaydi.

Magnitli separatorlar bir-biridan magnit sistemasining tuzilishi, magnit maydoni ta'sir etuvchi zona, ajralish mahsulotlarini qabul qiluvchi vannaning tuzilishi, magnit fraksiyani ishchi zona bo'ylab harakatlantiruvchi ishchi organining tuzilishi bilan farq qiladi [2, 26].

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 mineralarni ajratishga mo'ljallangan. Bunday maydonlarni hosil qilish uchun ochiq magnitli sistema ishlatilib, ularda maydonning har xil jinsliliigi turli ishorali bir nechta qutblarni almashtirib, galma-gal ulab hosil qilinadi.

Bu guruhdagi separatorlar magnetitli rudalarni boyitishda va og'ir suyuqliklarda boyitishda, ferromagnitli suspenziyani regeneratsiyalashda ishlatiladi.

2. Magnit maydonining kuchlanganligi $800 \div 1600$ kA/m bo'lgan kuchli magnit maydoniga ega separatorlar. Ular ruda tarkibidagi kuchsiz magnitli mineralarni 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 yo'nalishda harakatlanadi, yo'nalishlar orasidagi burchak $>90^{\circ}$.

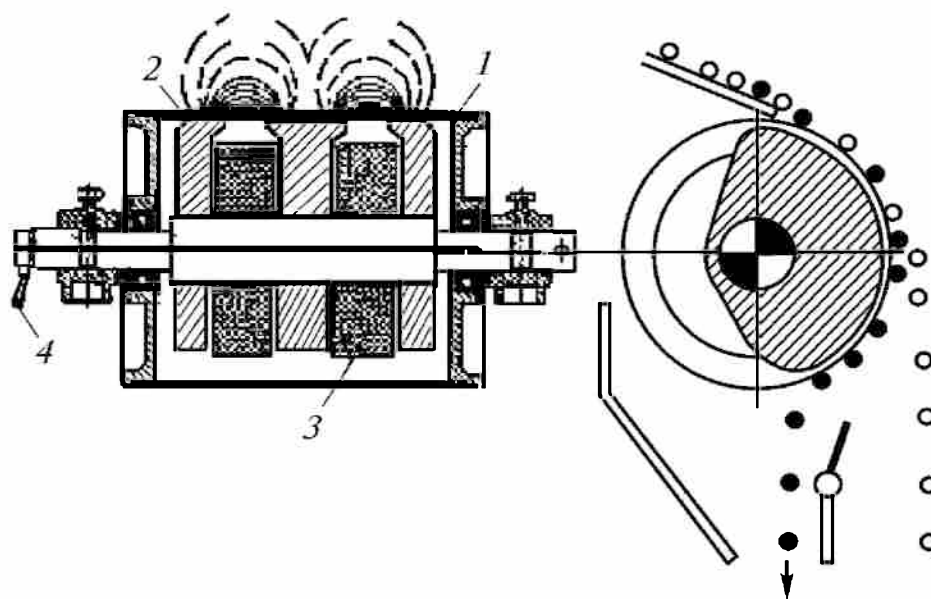
Magnitli mahsulotni chiqarib oluvchi moslamaning tuzilishiga qarab barabanli, valli, disk (gardish)li va rolikli separatorlar mavjud. Separatorlar ikki turda tayyorlanadi: elektromagnitli (E) va doimiy magnitli (P). Quyidagi turlarda ishlab chiqariladi: ho'l separatsiyalash uchun barabanli (BM), quruq separatsiyalash uchun barabanli (BS); ho'l separatsiyalash uchun valli (VM); quruq separatsiyalash uchun valli (VS); quruq separatsiyalash uchun diskli (DS) va h.k.

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

8.3-§. Magnitli separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari

Kuchli magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar. O'lchami 70 dan 150 mm gacha bo'lgan magnitli rudalarni quruq boyitish uchun elektromagnit sistemali barabanli separatorlar, 40 mm gacha o'lchamdagi rudalarni boyitish uchun esa doimiy magnitli barabanli separatorlarni ishlatish mumkin (131-rasm).

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 [26].



131-rasm. Bir barabanli separator:

- 1 – aylanuvchi baraban; 2 – magnitning qo‘zg‘almas qutblari;
3 – elektromagnit g‘altaklari; 4 – tok berish.

Dastlabki ruda titrama tarnov orqali barabanga beriladi. Baraban yuzasiga tortilgan magnitli zarrachalar magnit ustidan o‘tadi va magnit ta’siri tamom bo‘lgan zonada baraban yuzasidan uzilib tushadi. Nomagnit zarrachalar separatorning magnit maydoni bilan ta’sirlashmaydi, barabandan parabolik trayektoriya bo‘ylab tushirib olinadi. Barabanning ostiga magnit va nomagnit mahsulotni qabul qilish uchun ikkita quticha o‘rnatilgan. Qutidagi to‘siq ustiga o‘rnatilgan shifer mahsulot oqimini aniqroq ajratishga yordam beradi.

Barabanning diametri 600–900 mm, uzunligi 1000÷2000 mm, magnit maydonining kuchlanganligi baraban yuzasida 1400÷1500 e. Baraban yuzasining aylanma tezligi 1÷3 m/sek. Separatorning ishlab chiqarish unumdorligi o‘lchami – 40+0 mm li mahsulotda barabanning har bir metr uzunligi uchun 60–100 t/soat.

Sanoatda bir barabanli, shuningdek, uch va to‘rt barabandan tashkil topgan separatorlar ishlab chiqariladi. Ko‘p barabanli separatorlarda asosiy separatsiya, chiqindilarning tozalash jarayonla-

rini o'tkazib, uchta mahsulot–boyitma, oraliq mahsulot va chiqindilarni olish mumkin [1].

Agar magnit qutblari baraban uzunligi bo'yicha galma–gal almasha, separatorlarda magnit aralashuvi bo'lmaydi. Magnit tortishishi natijasida barabanga yopishgan magnit zarrachalar magnit ustidan o'tayotganda ag'darilmaydi. Materialning yurishi bo'ylab qutblarning almashishi aralashishga olib keladi va nomagnit zarrachalarni barabandagi magnit zarrachalar orasidan uzib olishga imkon yaratadi.

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

Bu separatorlarda barabanning aylanish tezligi 300 ay./min. Qutblar soni 25 bo'lsa, barabanda qutblar almashishi $300 \times 25 = 7500$, yani maydonning chastotasi 125 Hz ga teng bo'ladi.

Kuchsiz magnitli rudalarni boyituvchi separatorlar. Kuchsiz magnitli rudalarni boyitish uchun magnit maydonining kuchlanganligi yuqori bo'lgan separatorlar ishlatiladi.

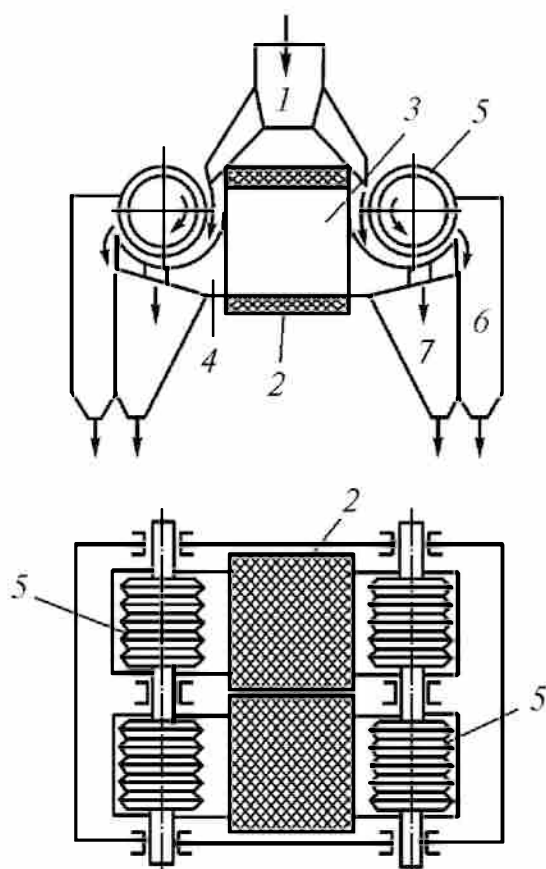
132-rasmda o'lchami 3(6) mm yiriklikdagi kuchsiz magnitli rudalarni quruq va ho'l usulda boyituvchi valli separator keltirilgan.

Magnit sistemasi o'zaklar va ulardagi g'altak o'ramlari, qutb uchliklari va vallardan iborat. Vallarni 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 val ostidagi uchliklarga beriladi. Nomagnit zarrachalar uchliklardagi teshiklar orqali qutining chiqindilar bo'limiga, magnitli minerallar esa vallar yordamida magnit kuchlari ta'siri zonasidan chiqib ketib qutining magnitli mahsulotlar bo'limiga tushadi.

Separatorning xarakteristikasi: valning o'lchamlari: $D \times L = 270 \times 1000$ mm, valning aylanish tezligi 50-90 ay/min, magnit

maydonining kuchlanganligi $10000 \div 12000$ e, ishlab chiqarish unumdorligi < 3 mm li mahsulotda 4 t/soat gacha [26].



132-rasm. Kuchsiz magnitli rudalarni quruq va ho'l usulda boyituvchi separatorning sxemasi. 1 – ta'minlagich; 2 – o'ramlar g'altagi; 3 – o'zak; 4 – qutb uchliklari, 5 – vallar, 6 – magnitli mahsulotni qabul qiluvchi idish; 7 – nomagnit mahsulotni qabul qiluvchi idish

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

Yuqori gradientli separatorlar oddiy barabanli magnit separatorlardan ishlash zonasida mayda magnit-saqlovchilar (poligradiantli muhit) va ular orasidagi tirqishlarda kuchli magnit maydoni mavjudligi bilan farqlanadi. Poligradiantli muhit sifatida

kichik diametrli sharlar, drob ($d = 6 \div 8$ mm) va boshqa mayda temir materiallar ishlatiladi.

Poligradientli muhitning o'ziga xosligi shundaki, mayda o'lchamdagi qo'shni sharlar bir biriga nuqtada tegadi. Shuning uchun maydonning past kuchlanganligida ham ishchi maydonda shu nuqtalarda magnit to'yinishi hosil bo'ladi, unga yaqin joylar esa yuqori hajmli gradiyent, bundan kelib chiqib yuqori maydon kuchlanishi yuzaga keladi. Magnit maydonining yuqori kuchlangan joylarida mayda yanchilgan kuchsiz magnitli zarrachalarning intensiv tortilish va ushlanib qolinishi sodir bo'ladi. Shu paytda nomagnit zarrachalar sharlar orasidagi oraliqlardan filtranadi.

Yuqori gradientli separatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi 133-rasmda ko'rsatilgan.

Separatorning ichki barabani 5 da besh qutbli magnit sistemasi 4 qo'zg'almas holda qotirilgan, separatorning ishlash zonasi po'latdan tayyorlangan sharlar 3 bilan to'ldirilgan. Vanna 10 va baraban orasida uning o'rta qismidan ostona 8 yordamida qoplangan yoysimon elak 7 joylashgan. Separor taminlagich 1, qisilgan valiklar 11, sepuvchi forsunkalar 2 va 6 bilan jihozlangan. Separatorning barcha qismlari rama 9 ga mahkamlanadi.

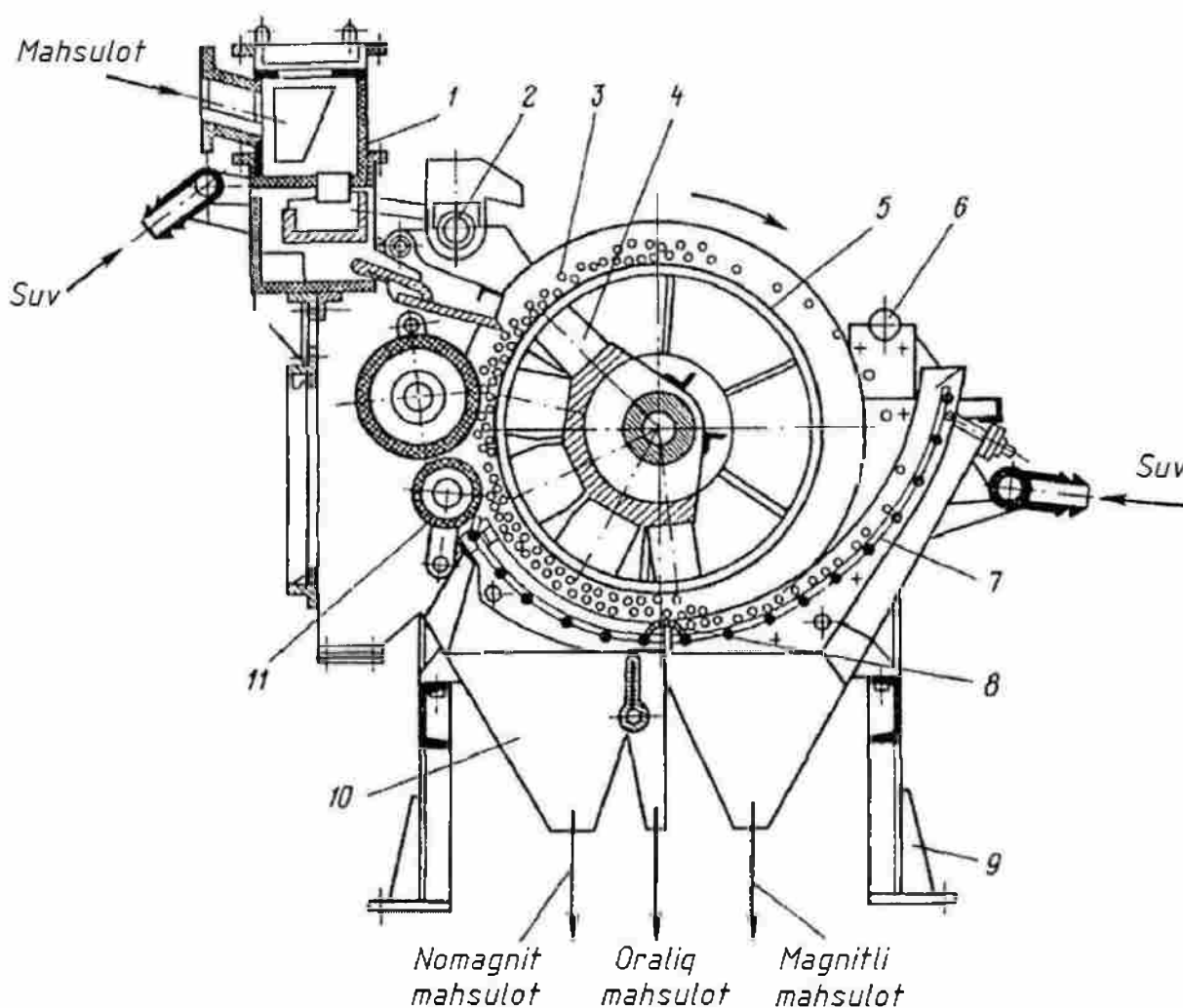
Boshlang'ich material ta'minlagichdan bo'tana shaklida barabanidagi magnit sistemasi maydonida ushlanib turilgan sharlar qatlamiga yuboriladi. Nomagnit zarrachalar shar qatlamidan o'tib vannaning chiqindilar bo'limiga tushadi.

Sharlar orasidagi kanallarda magnit kuchlari yordamida ushlanib qolinadigan magnitli zarrachalar ular bilan barabanning yuqori qismiga ko'tariladi va u yerda forsunkalar 2 yordamida nomagnit zarrachalardan suv bilan oxirgi yuvish bosqichi olib boridi. Sharlar magnitli zarrachalar bilan baraban orqali tashiladi (transportirovka) va magnitli zarrachalarni suv bilan sachratib yuvish jarayoni olib boriladigan elakning ustiga yo'naladi. Magnitli zarrachalar vannaning boyitma yoki qisman oraliq mahsulot tushadigan bo'limiga tushadi, sharlar esa ostonadan o'tib, yana

magnit maydonining ta'sir zonasiga o'tadi. Keyin tasvirlangan sikl qayta takrorlanadi.

Poligradientli separatorlar har xil tuzilishda ishlab chiqarilgan va ularning orasida eng mashhuri bo'lib 4EVMF (Rossiya) turidagi valli, "Johns" turidagi (Germaniya) rotorli, "Sala" (Shvesiya) va boshqalar hisoblanadi.

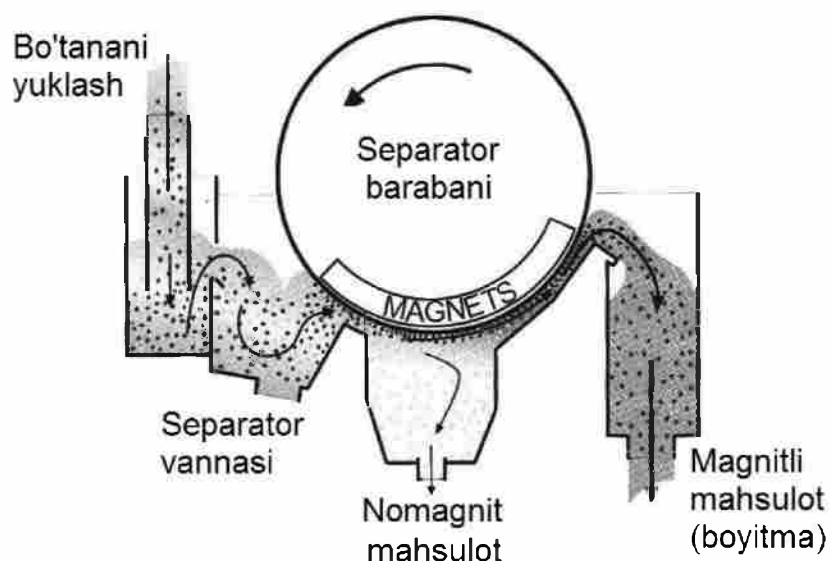
Yuqori gradientli separatorlarning qo'llanilishi mayda donador qora, rangli, noyob metallar rudalarini, kimyoviy va boshqa turdagi xomashyolarni boyitishda ishlatiladi.



133-rasm. Yuqori gradientli magnitli separator (240-SE)
 1 – ta'minlagich; 2,6 – sepuvchi; 3 – po'lat sharchalar; 4 – magnit tizimi; 5 – baraban; 7 – yoysimon elak; 8 – ostona; 9 – rama; 10 – vanna;
 11 – siquvchi vallar.

Suvli muhitda ishlovchi magnitli separatorlar.

To'g'ri oqimli LIMS separatorlari. Ushbu separatorlar qamrash zonasining qisqaligi bilan ajralib turadi va o'lchamining yuqori chegarasi 8 mm (0,2 dyum) gacha (maxsus vannali separatorlarda 20 mm gacha) bo'lgan zarrachalar uchun mo'ljallangan. Barabanning diametri 1200 mm, uzunligi 600, 1200, 1800, 2400, 3000 va 3600 mm ni tashkil qiladi [3].

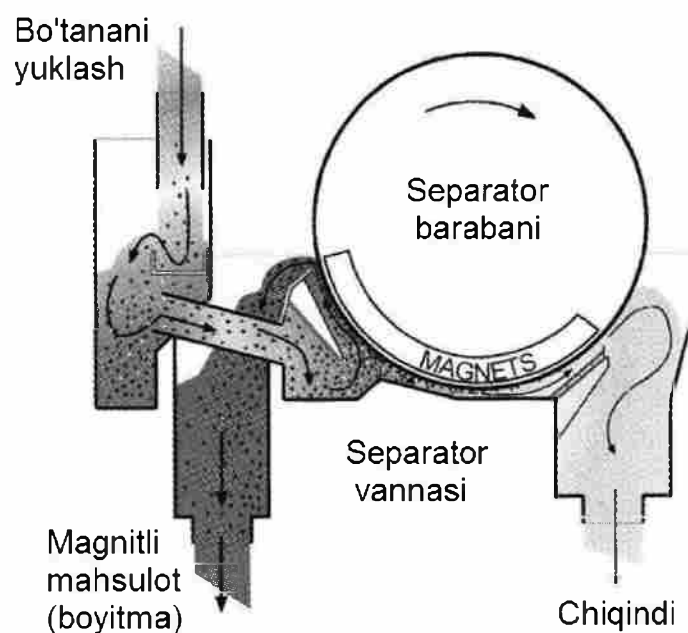


134-rasm. To'g'ri oqimli LIMS separatori.

To'g'ri oqimli LIMS separatorlari asosan temir rudalarini magnitli saralashda o'ta yirik zarrali mahsulotlarni boyitishda birinchi bosqichda qo'llaniladi.

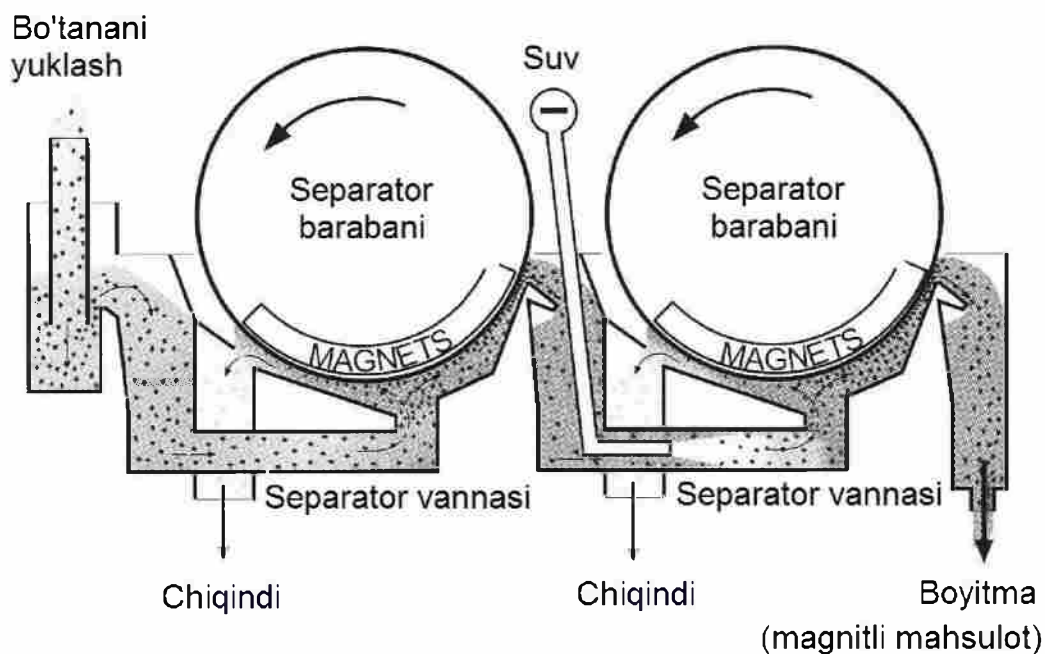
Qarama-qarshi oqimli LIMS separatorlari. Ushbu separatorlar qamrash zonasining o'ta uzunligi bilan ajralib turadi va maksimal o'lchami 3 mm gacha bo'lgan zarrachalar uchun mo'ljallangan. Barabanning diametri 1200 mm, uzunligi 600, 1200, 1800, 2400, 3000 va 3600 mm ni tashkil qiladi [3].

Qarama-qarshi oqimli LIMS separatorlari asosan temir rudalarini magnitli saralashda va og'ir muhitda magnitli saralash jarayonlarida qo'llaniladi.



135-rasm. Qarama-qarshi oqimli LIMS separatori.

Yarim qarama-qarshi oqimli LIMS separatorlar maksimal o'lchami 0,8 mm gacha bo'lgan zarrachalar uchun mo'ljallangan. Barabanning diametri 1200 mm, uzunligi 600, 1200, 1800, 2400, 3000 va 3600 mm ni tashkil qiladi [3].

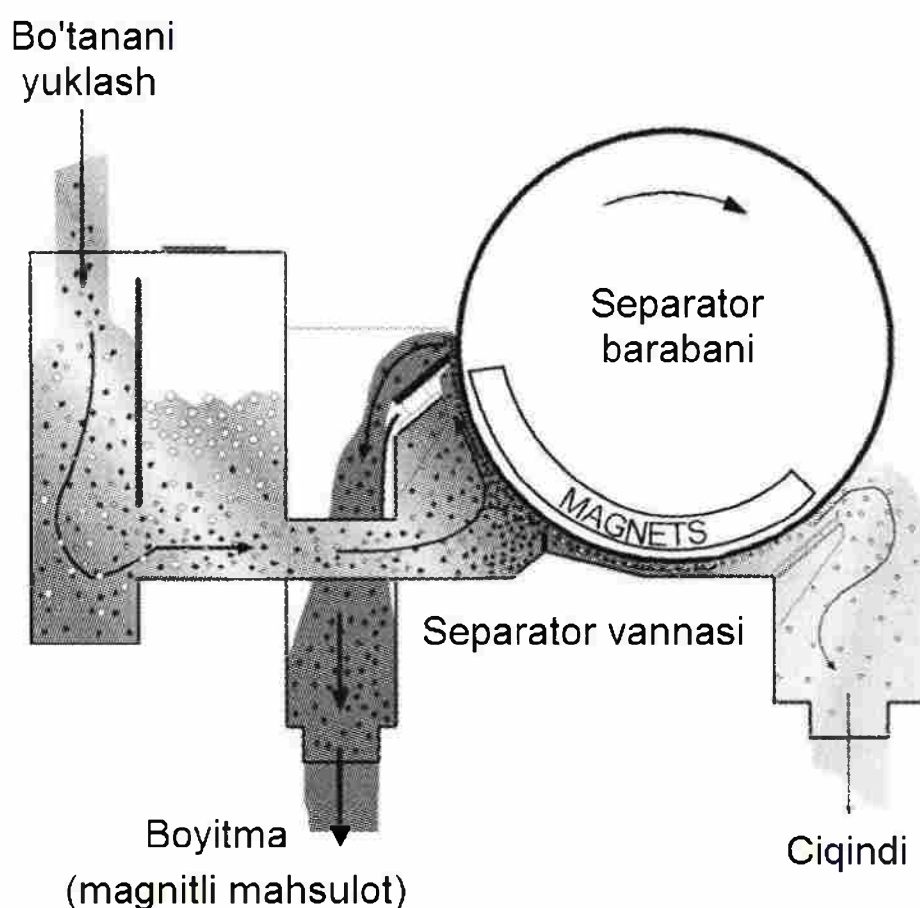


136-rasm. Yarim qarama-qarshi oqimli LIMS separatori.

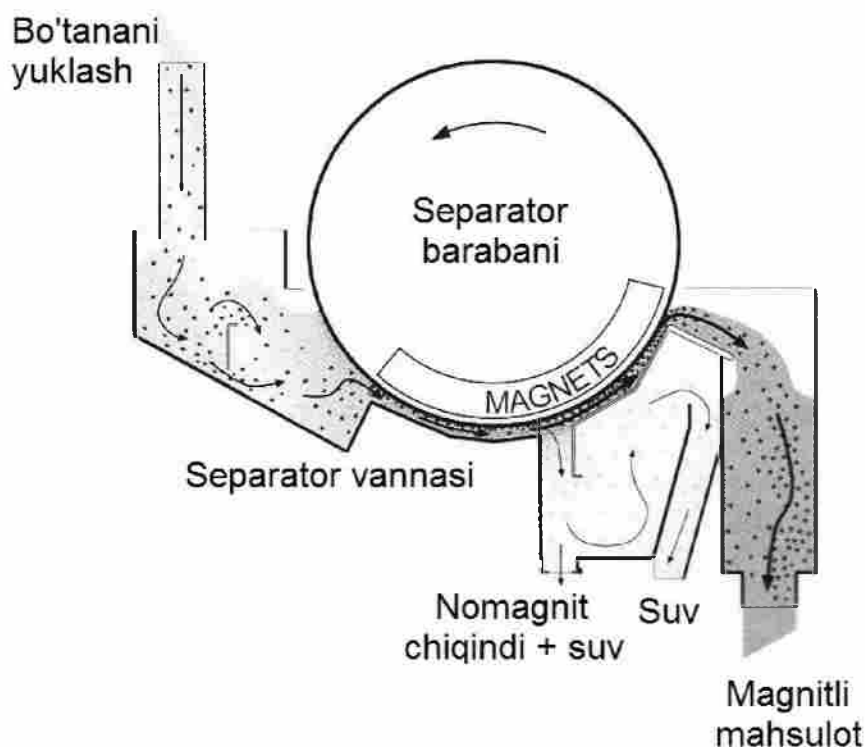
Yarim qarama-qarshi oqimli separatorlar temir rudalarini boyitishning ko'p bosqichli sxemalarida qayta tozalash va nazorat boyitish jarayonlarida qo'llaniladi.

Past kuchlanganlikka ega separator (137-rasm) o'ta uzun ajralish zonasiga ega bo'lib, o'ta mayin zarralarni saralashda yuqori ajralishni ta'minlaydi. Boyitmani chiqarish tugunining ko'tarilganligi kremnezyom shlamlarini drenajlanishini yaxshilaydi [3].

Og'irlashtirgichlarni ajratish uchun magnitli separator (138-rasm) o'ta uzun ajralish zonasiga ega bo'lib, o'ta mayin zarralarni ajratishda, asosan, og'ir muhitda boyitishda og'irlashtirgich sifatida magnetit yoki ferrosilitsiy qo'llanilganda og'ir suyuqlikni regeneratsiyalashda qo'llaniladi.



137-rasm. Past kuchlanganlikka ega separator.



138-rasm. Og'irlashtirgichlarni ajratish uchun qo'llaniladigan magnitli separator.

8.4-§. Rudani magnitli boyitishga tayyorlash

Magnitli seperatsiyaning o'ziga xos xususiyatlari rudani magnitli ajratishdan oldin tayyorlash jarayonini o'tkazish kerakligidir. Bu xususiyatlar esa rudaning xarakteristikasi, granulometrik tarkibi va qo'llaniladigan seperatsiya usuliga bog'liq holda tanlab quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi. Bularga maydalash, yanchish, elash, shlamsizlantirish, changsizlantirish, magnitlash, magnitsizlantirish, quritish va kuydirish kiradi.

Elash – seperator ishchi tuynugidagi magnit maydoni magnit kuchlari qiymati jihatidan bir xil emas. Separatorga rudani yiriklik bo'yicha chegarada berishda eng katta va eng kichik zarra diametri zarraga ta'sir qiluvchi magnit kuchi bir necha marta farq qilishi mumkin. Magnitli separatsiyada shunday sharoit yaratish kerakki, har xil o'lchamli va har xil magnitlanish qobiliyatiga ega

zarrachalar bir xil magnit kuchi bilan tortiladi. Har xil magnitlanish qobiliyatiga ega, lekin bir xil magnit kuchi bilan tortiluvchi ikki mineral o'lchamlarining nisbati teng tortilish koeffitsienti deyiladi. Bu koeffitsient qancha katta bo'lsa, boyitish sxemasi shuncha sodda bo'ladi [26].

Shlamsizlantirish va changsizlantirish - bu jarayonlarda dastlabki rudalardan mayda noruda zarrachalar ho'l separatsiyalarda shlamlar, quruq separatsiyalarda changni chetlashtirish amalga oshiriladi. Ho'l separatsiyalanish jarayoni rudada mayda va mayin yanchilgan mahsulotning ishtirok etishiga ta'sirchan, chunki bu zarrachalarning bir qismi separatsiyada magnitli mahsulotga tushib, uning sifatini yomonlashtiradi. Bu esa mayin zarrachalar solishtirma yuzasining kattaligi va ularning qiyinroq zarrachalarga yopishish qobiliyati bilan tushuntiriladi. Ho'l separatsiyalashda mahsulotning qarshiligi tufayli mayin zarrachalarning harakatlaniishi qiyinlashadi va bu ham ularning magnit separatsiyasini yomonlashtiradi. Mayin zarrachalarni chetlashtirish donali qismini ajratib olishni yaxshilaydi.

Magnitlash va magnitsizlash- mayin yanchilgan kuchli magnit xossasiga ega mahsulotlarning magnitli separatsiya jarayonida magnit va nomagnit zarrachalardan tashkil topgan agregatlar (flokul) jadal hosil bo'ladi va bu boyitish samaradorligiga ta'sir etadi.

Respublikamiz iqtisodiyotini yuqori darajaga ko'tarishda qora metallurgianing ham o'rni katta, rudalardan qora, rangli va kamyob metallarning ajralishini oshirish, ularning chiqindilar tarkibida maksimal darajada yo'qolishini kamaytirish uchun foydali qazilmalarni boyitishning samarali usullarni va yangi texnologik jarayonlarni tadbiq qilish ko'zda tutilmoqda. Bu masalalarni hal etishda magnit usulini qo'llab amalga oshirish mumkin.

Magnit usulida boyitish keyingi yillarda jadal rivojlanmoqda. Hozirda yangi magnit usullarda boyitish, ya'ni magnitogidrodinamik va magnitogidrostatik usullaridan keng foydalanilmoqda.

8.5-§. Magnitli usulida boyitish sxemalari

Qo'llanilayotgan saralash usuli va boshlang'ich materiallarning xarakteristikasiga bog'liq holda magnitli boyitish sxemalari quyidagi jarayonlarni o'z ichiga olishi mumkin: maydalash, yanchish, g'alvirlash, shlamsizlantirish va changsizlantirish, magnitlantirish va magnitsizlantirish, quritish, kuydirish.

G'alvirlash. Turli o'lchamdagi mineral zarralarga ta'sir etuvchi magnit kuchi, bir necha bor farqlanishi mumkin.

Bir xil magnit kuchlar yordamida tortilayotgan, turli magnitli ta'sirchanlikka ega 2 ta mineral zarralarining o'zaro tasiri *teng tortishuvchanlik* koefitsienti deyiladi. Teng tortushuvchanlik koefitsientiga ko'ra, tor doiradagi sinflardagi boshlang'ich materiallar klassifikatsiya, zarralarning quruq va suvli separatsiyada bo'linish shartlarini yaxshilaydi.

Shlamsizlantirish va changsizlantirish. Rudadagi mayda va mayin yanchilgan minerallar mavjudligi magnitli separatsiya jarayonlari uchun o'ta tasirchan, bunda ularning bir qismi magnitli separatsiya vaqtida magnit mahsuloti tarkibiga tushadi va uning sifatini yomonlashtiradi.

Mayin zarralardan dastlabki tozalash rudaning donali qismining bo'linish sharoitini yaxshilaydi.

Magnitlantirish va magnitsizlantirish. Mayin yanchilgan kuchli magnitli materiallarni magnitli separatsiya jarayonlarida agregatlarni (flokulalarni) jadal hosil bo'lishi sodir bo'ladi.

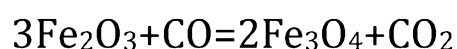
Magnitli separatsiyada flokulalar hosil bo'lishi separatorlarning ish unumdorligini va magnitli mahsulotning ajralishini oshiradi, lekin sifati pasayadi.

Shuning uchun shlamsizlantirish jarayonini intensifikatsiya qilish maqsadida va bo'tanani quyiltirish maqsadida magnitlantirish uskunalarda qayta ishlanadi. Va aksincha, klassifikatsiya jarayonlarida magnitsizlantirish uskunasi o'tkazib, bo'tanani flokulalarini buzish maqsadida magnitsizlantiriladi.

Quritish. Boshlang'ich materialda yuza namligi bo'lishi quruq magnitli separatsiya ko'rsatkichlariga yomon tasir ko'rsatadi. Magnitli separatsiyadan oldin materiallarni quritish turli konstruksiyali uskunalarda amalga oshiriladi: barabanli quritgichlarda, trubkali quritgichlar va qaynar qatlamli quritgichlarda.

Kuydirish. Nomagnit yoki kuchsiz magnitli temir oksidlarini magnitli oksidlarga-sun'iy magnetit Fe_3O_4 va gematitlarga Fe_2O_3 o'tkazish maqsadida temir rudalar kuydirishga yo'naltiriladi.

Temir oksidining magnetitgacha tiklanishi gazli tiklanish reaksiyasiga ko'ra kechadi



Tiklovchi sifatida koks, tosh va qo'ng'ir ko'mir, domenli, generatorli kokslar va tabiiy gaz ishlatiladi.

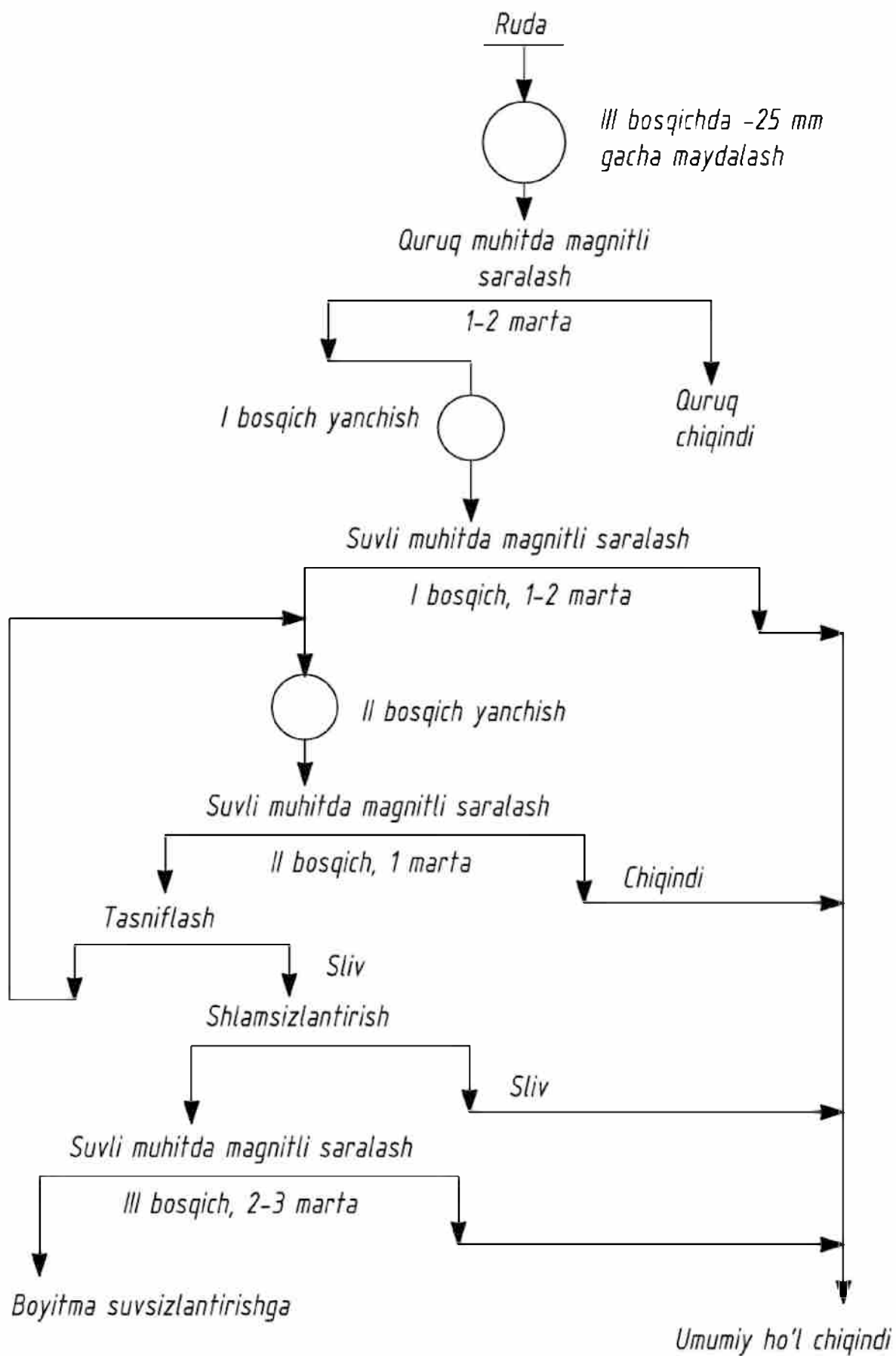
Magnitli separatsiyada temir rudalarni tiklovchi atmosferada dastlabki kuydirilganda yuqori navli boyitma olishning imkonini beradi.

Rudali va norudali minerallari notekis donador magnetit rudalarni magnitli boyitishning prinsipal sxemasi 139-rasmda keltirilgan.

Quruq boyitish bir qabul qilishda yoki birinchisida nomagnit rudalardan tozalab, ikkinchi qabul qilishda amalga oshiriladi.

Quruq boyitishda odatda otval chiqindilari yanchishga va keyinchalik suvli magnitli boyitishga yo'naltiriladigan oraliq mahsulotlari ajraladi.

Suvli magnitli boyitish odatda 3 bosqichda bajariladi, bunda ularning har biri birdan uchgacha bo'lgan qabul qilish amallarni o'z ichiga oladi. Birinchi bosqichda 2-bosqich yanchishga yo'naltiriladigan oraliq mahsulotlar va otval chiqindilariga ajratuvchi bir yoki ikki qabul qilish amalga oshiriladi. Ikkinchi bosqich boyitish bir qabul qilish orqali amalga oshiriladi va yopiq siklli ikkinchi bosqich yanchishni o'z ichiga oladi.



139-rasm. Skarnli magnetitli rudalarni magnitli boyitish sxemasi

Uchinchi bosqich boyitishda magnitli mahsulotlarni ikki-uch qabul qilish orqali ikki-uch tozalash jarayoni bilan amalga oshiriladi. Bu bosqichda boyitma suvsizlantirishga, oraliq mahsulot esa ikkinchi bosqich yanchishga yuboriladi.

IX BOB

ELEKTR USULIDA BOYITISH

9.1-§. Elektr usulida boyitish asoslari

Foydali qazilmalarni elektr separatsiyasi uchun minerallarning elektr xossalardagi farq ishlatiladi. Elektr maydonida harakatlanuvchi mineral zarrachaga ta'sir qiluvchi elektr kuchlarining kattaligi minerallarning elektr xossalari (elektr o'tkazuvchanlik, dielektrik doimiylik va h.k.lar) ni belgilaydi.

Mineral zarrachalarning elektr maydonida turli trayektoriyalar bo'ylab harakatlanishi ularni ajratish uchun qo'llaniladi [1].

Zamonaviy elektr separatorlarida zaryadlangan zarrachalar teskari ishorali zaryadlangan elektrod bilan to'qnashib, bunda o'tkazgich zarrachalar tezda elektrodning zaryadini egallaydi va bir xil zaryadlangan zaryad sifatida bir-biridan itariladi. Elektr o'tkazmaydigan zarrachalar zaryadini o'zgartirmaydi va har xil zaryadlangan zarrachalar sifatida elektrodga tortiladi. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirlashuv (itarilish va tortishish) kuchi Kulon qonuni bilan aniqlanib, zaryadlar o'lchamining ko'paytmasiga to'g'ri mutanosib va zaryadlar orasidagi masofaning kvadratiga teskari mutanosib.

Zarrachalarga elektr zaryadini turli usullar bilan berish mumkin: zaryadlangan elektrod bilan to'qnashib, elektr maydonida induksiyalab, qizdirib, ishqalab elektrlashtirib, mineral zarracha yuzasida ionlarni adsorbsiyalab va h.k. Ularning orasida amaliy ahamiyatga egasi: zaryadlangan yuza bilan ta'sirlashuv. Tojli (koronniy) elektrsizlantirish qarama-qarshi elektrodga yo'nalgan ionlar oqimini hosil qiladi va mineral zarrachalar ularning yuzasida ionlar 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'zgartirish 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 – 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.

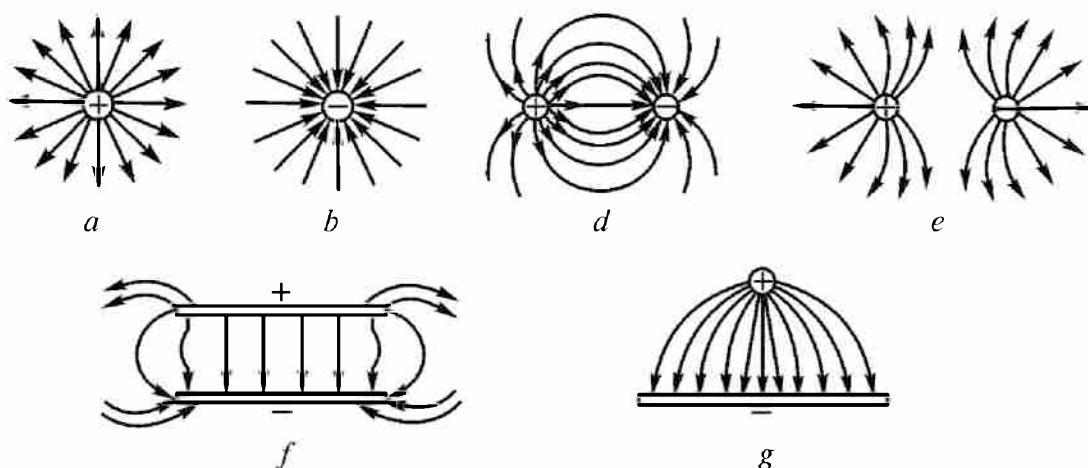
Kuch chiziqlari oqimining zichligi elektr maydonining kuchlanganligini belgilaydi. Elektr maydonining kuchlanganligi deb, maydonning berilgan nuqtasidagi musbat zaryadga ta'sir qiluvchi kuchning shu zaryadga nisbatiga aytiladi:

$$E = \frac{F}{Q} \quad (9.1)$$

bu yerda:

F – zaryadga ta'sir qiluvchi kuch; Q – zaryad miqdori;

Elektr maydonining kuchlanganligi maxsus birlikka ega emas. SI sistemasida kuchlanganlik Nyuton/Kulon (N/Kl), yoki volt/metr (V/m) da o'lchanadi. Shuningdek, volt/santimetr (V/sm) yoki kilovolt/sm (kV/sm) birliklar ham keng ishlatiladi [26].



140-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

Elektr maydonining ko‘rinishi (konfiguratsiya) har xil bo‘ladi. Elektr maydoni bir jinsli va bir jinsli bo‘lmagan maydonlarga bo‘linadi.

Elektr kuch chiziqlarining zichligi maydonning kuchlanganligi deb ataladi. U shu maydonga joylashtirilgan musbat zaryadga (q) maydon tomondan ta‘sir qilayotgan kuchga teng, ya‘ni $E=F/q$, bu yerda E – elektr maydoni kuchlanganligi; F – zaryadga ta‘sir qilayotgan kuch; q – zaryad miqdori.

Maydonning hamma nuqtalarida kuchlanganlik bir xil bo‘lsa bir tekis maydon, har-xil bo‘lsa notekis maydon deb ataladi. Notekis maydonda kuchlanganlikni o‘zgarish grafigini quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\text{grad}E = \frac{dE}{dx} \quad (9.2)$$

Zarrachaning elektr maydonida olgan zaryad miqdori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = J \cdot t, \quad \text{kl (kulon)} \quad (9.3)$$

bu yerda: Q -tok kuchi J bo'lganda, t vaqt ichida zarracha ko'ngdalang kesim yuzasidan o'tgan elektr zaryadi.

Elektr zaryadlari bilan ta'sirlanayotgan muhit dielektrik o'tkazuvchanligi bilan xarakterlanadi. U zaryadning muhitga ko'rsatayotgan kuchi, vakuumdagiga nisbatan qancha kichikligini ko'rsatadi

$$E = F_0 / F, \quad (9.4)$$

bu yerda, F_0 - zaryadlarning vakuumda o'zaro ta'sirlanish kuchi;

F -zaryadlarning berilgan muhitdagi ta'sirlanish kuchi.

Dielektrikning mutloq dielektrik o'tkazuvchanligi

$$E_a = E \cdot E_0 \quad (9.5)$$

bu yerda, E_0 -Elektr doimiyliigi, ($E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$, f/m)

E - dielektrikning dielektrik o'tkazuvchanligi.

Jismlarning asosiy xossalariidan biri ularning elektr o'tkazuvchanliklaridir, yani, elektr tokini o'tkazish qobiliyatidir. Elektr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi simens (sm) bo'lib, u 1A tok o'tayotganda uchlarida kuchlanganligi 1V bo'lgan o'tkazuvchining elektr o'tkazuvchanligiga teng [29].

Om qonuniga binoan mineral zarrachaning elektr o'tkazuvchanligi

$$G = \frac{J}{U} = g \frac{S}{e}, \quad \text{Sm (A/V)} \quad (9.6)$$

bu yerda, G - o'tkazuvchanlik, sm; J - tok miqdori, A; U - potentsiallar ayrimasi, V; g - solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, sm/m; S - zarrachaning qirqim yuzasi, m^2 ; e - zarracha uzunligi, m.

Ko'pincha solishtirma elektr o'tkazuvchanlik degan tushuncha ishlatiladi. Bu jismdagi tok zichligini elektr maydoni kuchlanganligiga nisbatiga teng (o'lchov birligi sm/m), $\sigma = i/E$, sm/m.

Jismning solishtirma qarshiligi shu jismning solishtirma elektr o'tkazuvchanligining teskari qiymatiga teng.

Saralagichlarda elektr maydoni elektrodning biriga yuqori kuchlanganlikka (110-50 kV) ega bo'lgan o'zgarmas tok berish bilan amalga oshiriladi.

Tojli elektr statik saralagichlarda esa, qo'shimcha havo ionlashtiriladi.

9.2-§. Mineral zarrachalarni zaryadlash usullari

Elektr separatsiyada asosan mineral zarrachalarning elektr o'tkazuvchanligi, dielektrik o'tkazuvchanligi, ishqalash orqali elektrlash va adgeziya xossalaridagi farq ishlatiladi [26].

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

- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $10^2 - 10^3$ sm/m li o'tkazgichlar;
- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $10 - 10^{-8}$ sm/m li yarim o'tkazgichlar;
- solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $<10^{-8}$ sm/m li dielektriklar.

Bu guruhlardagi minerallarning har biri solishtirma qarshilikning ma'lum qiymati bilan xarakterlanadi. O'tkazgichlarga solishtirma qarshiligi $<10^9$ Om·m, dielektriklarga $>10^{12}$ Om·m minerallar kiradi [29].

Elektr maydonida o'tkazgichlar va dielektriklar o'zlarini turlicha tutadilar. Agar elektr maydoniga o'tkazgich joylashtirilsa, uning yuzasida elektr zaryadlari hosil bo'ladi, bunda o'tkazgichning

bir uchida ortiqcha elektronlar hosil bo'ladi (manfiy zaryad), ikkinchi uchida esa elektronlar yetishmaydi (musbat zaryad). O'tkazgich elektr maydonidan chetlashtirilsa ikkala qarama-qarshi zaryadlar muvozanatlashadi va jism zaryadsizlanadi. O'tkazgich zaryadlangan jism bilan to'qnashganda tokni yaxshi o'tkazgani uchun bir xil zaryad hosil qilib zaryadlangan jismdan itariladi.

Dielektriklar esa elektr maydonida o'zini boshqacha tutadi. Dielektrikning har qaysi molekulasida bir vaqtning o'zida ham manfiy, ham musbat zaryadlar joylashadi; shuni qayd qilish kerakki dielektrikning istalgan hajmida umumiy musbat zaryad manfiy zaryadga teng va dielektrikning har qaysi molekulasi elektr dipoli hisoblanadi.

Agar dielektrikni elektr maydoniga joylashtirilsa, uning ta'siri ostida zaryadlarning siljishi va maydonning kuchlanganligi yo'nalishida elektr dipollarining yo'nalishi 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.

Boyitishda ishlatiladigan elektr separatsiya usullarining ko'pchiligi uchun mineral zarrachalarni zaryadlash (yoki qutblash) muhim ahamiyatga ega. Mineral zarrachalarni zaryadlashning eng ko'p tarqalgan usullarini ko'rib chiqamiz.

Ionlash orqali zaryadlash. Mineral zarrachalarni tojli elektrsizlashtirish maydonida zaryadlash usuli keng tarqalgan. Tojli elektrsizlashtirish gazlarda elektrsizlantirishning ko'rinishi hisoblanadi. Har qanday gaz-ideal dielektrikligiga qaramay elektrodlar orasida tok manbaining yetarli quvvatida elektr toki

paydo qiladi. Bu hodisaning sababi elektrodlar orasidagi oraliqda joylashgan gaz (havo) ionlashishi va buning natijasida gazda elektr zaryadlarini tashuvchi (musbat yoki manfiy zaryadlangan ionlar va elektronlar) ning paydo bo'lishidir.

Ionlashishning mohiyati neytral molekuladan elektronlarni yo'nib olish va erkin elektronlarning bir qismini neytral molekula va atomlarga biriktirishdadir. Buning natijasida bir yoki bir necha elektronlarini yo'qotgan molekulalar musbat ionlarga, bir yoki bir nechta elektronlarni biriktirib 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 xossalariga qarab 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 [1].

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, minerallarning 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 tortilganicha 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.

9.3-§. Ruda va minerallarning elektr xossalari

Minerallar elektr o'tkazuvchanliklari bo'yicha uch turga bo'linadi:

1. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 10^2 - 10^3 sm/m bo'lgan minerallar o'tkazgichlar deb ataladi (ularning solishtirma qarshiligi 10^9 Om.m dan kichik bo'ladi).

2. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 10 - 10^{-8} sm/m bo'lgan minerallar yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Ularning asosiy xususiyati, haroratni ortishi bilan elektr o'tkazuvchanligi oshib

boradi.

3. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 10^{-8} sm/m dan kichik bo'lgan minerallar o'tkazmaslar (dielektriklar) deb ataladi. Ularning solishtirma qarshiligi 10^{12} Om.m dan yuqori bo'ladi.

Ma'lumki, har qanday qattiq jismda elektronlar bo'ladi. Ular avvalo atomning yadroga yaqin turgan elektron orbitalarini to'ldiradilar. Bunday elektronlar jismning elektr o'tkazuvchanligiga qatnashmaydilar. Elektr o'tkazuvchanlikka yadrodan uzoqroqda joylashgan to'ldirilmagan orbitalarda aylanuvchi elektronlar qatnashadilar. Bunday elektronlarni o'tkazuvchanlik maydonidagi elektronlar deb ataladi. Agar, to'ldirilgan orbitadan to'ldirilmagan orbitaga elektronlarni o'tishi katta energiya talab qilmasa, ular tashqi elektr maydoni ta'sirida atomdan-atomga o'tadilar. Bunday atom ko'rinishga ega bo'lgan minerallar o'tkazuvchilar deb ataladi.

Boshqacha qilib aytganda, elektr maydoniga joylashtirilgan o'tkazgichlarda ma'lum qism elektronlar atomdan chiqib ketadi va o'tkazgichda musbat zaryadlangan ionlar sinchi (karkas) hosil bo'ladi va ularda erkin zaryadlar – elektronlar harakat qiladi. Bu elektr toki oqimi degani.

Agar o'tkazgichni elektr maydoniga joylashtirilsa, uning sirtida elektr zaryadlari paydo bo'ladi. Bir uchi musbat (elektronlar yetishmaydi), boshqa uchi manfiy (elektronlar ortiqcha) zaryadlanadi. Elektr maydonidan chiqarilsa qarama-qarshi zaryadlar muvozanatlashib, o'tkazgich zaryadsizlanadi. Agar o'tkazgichni zaryadlangan jismga tekkizilsa, o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lganligi sababli jism zaryadi ishorasi bilan bir xil bo'lgan zaryadga ega bo'ladi va jismdan qochadi.

Ikkita zaryadni o'zaro ta'sir kuchi Kulon qonuniga bo'ysunadi

$$F_K = \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot r^2}, \quad (9.7)$$

bu yerda, q_1 va q_2 zaryadlar miqdori; r – zaryadlar orasidagi

masofa; ϵ – muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi.

Agar elektronlarga to'lgan orbita bilan elektronlarga to'lmagan orbita orasidagi energiya darajasining farqi katta bo'lsa, tashqi elektr maydoni ta'sirida elektronlar bir pog'onadan boshqa pog'onaga o'ta olmaydi. Bunday atom ko'rilishiga ega bo'lgan minerallar tok o'tkazmaydilar. Ularni tok o'tkazmaslar yoki dielektriklar deb ataladi [29].

Dielektriklarning har bir molekulasida ham manfiy, ham musbat zaryadlar mavjud. Dielektrikning har qanday hajmidagi manfiy zaryad musbat zaryadga teng, shuning uchun dielektrikning molekulasini elektr dipol desa ham bo'ladi.

Agar dielektrikni elektr maydoniga joylashtirilsa, maydon ta'sirida, maydon kuchlanganligi yo'nalishi bo'yicha elektr dipolarning tartibli joylanishi yuz beradi. Dielektrik sirtida elektr zaryadi hosil bo'ladi: bir uchida manfiy, ikkinchi uchida musbat. Dielektrik sirtida hosil bo'lgan zaryadlarni bog'langan zaryadlar deb ataladi. Bog'langan zaryadlar modda (atom, molekula, ion) tarkibiga kiruvchi va ichki molekulyar kuchlar bilan ma'lum holatda ushlab turilgan zaryadlardir.

Dielektriklarda "erkin zaryadlar" bo'lmagani uchun ular elektr tokini o'tkazmaydilar. Dielektriklarni elektr xossalari, uning tarkibiga kiruvchi molekulalarning dipol momentlari bilan baholanadi.

$$P = q \cdot l \tag{9.8}$$

bu yerda, q – molekulalarning musbat (manfiy) zaryadlari soni; l - manfiy va musbat zaryadlar og'irlik markazlari orasidagi masofa.

Tashqi elektr maydoni ta'sirida dielektrikdagi bog'langan zaryadlarni holatini tartibli o'zgartirishiga dielektrikni qutblanishi deb ataladi.

Dielektrik qutblanishining o'lchami hajm birligidagi moleku-

lalar (atomlar) dipol momentlarining vektor yig'indisi bilan belgilanadi.

$$P = \varepsilon_o \cdot h \cdot E \quad (9.9)$$

bu yerda, h -hajm birligidagi dielektrikning qutblanuvchanligi; E -maydon kuchlanganligining vektor yig'indisi.

$$E = E_o + E_r \quad (9.10)$$

bu yerda, E_o -tashqi elektr maydoni kuchlanganligi; E_r -bog'langan zaryadlar maydoni kuchlanganligi.

Qutblanuvchanlik fizik miqdor bo'lib, kuchlanganligi E bo'lgan elektr maydoni ta'sirida atom (molekula, ion) elektron qobig'ini deformatsiyalanish qobiliyati bilan tavsiflanadi.

Natijada atom (molekula, ion) qo'shimcha elektr dipol momentini hosil qiladi.

$$P = \alpha \cdot \varepsilon_o \cdot E \quad (9.11)$$

Dielektrikning qutblanuvchanligi uning dielektrik o'tkazuvchanligi bilan baholanadi. Bu miqdorning fizik ma'nosi zaryadlarni dielektrikga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi vakuumdagiga nisbatan qancha kichikligini ko'rsatadi.

Taxminan, jismning elektr o'tkazuvchanligi qancha yaxshi bo'lsa, uning dielektrik o'tkazuvchanligi shuncha yuqori bo'ladi (15-jadval).

15-jadval.

Minerallarning elektr xossalari

Mineral	Elektr xossalari		
	Solishtirma qarshiligi, Om	Dielektrik o'tkazuvchanlik	Elektr o'tkazish qobiliyati
Olmos	10^{14}	16,5	O'tkazmas

Apatit	10^{16}	7,4-10,5	O'tkazmas
Biotit	-	10,3	Yarim o'tkazgich
Volframit	$7 \cdot 10^7$	15,0	Yarim o'tkazgich
Galenit	$3 \cdot 10^5$	81,0	O'tkazgich
Gematit, martit	$3 \cdot 10^6$	81,0	O'tkazgich
Gips	-	6,8	O'tkazmas
Grafit	$7 \cdot 10^4$	81,0	O'tkazgich
Disten	-	5,7-7,2	O'tkazmas
Oltin	-	-	O'tkazgich
Ilmenit	-	33,7-81,0	O'tkazgich
Kalsit	$10^{11}-10^{16}$	7,8-8,5	O'tkazmas
Kassiterit	$8 \cdot 10^{14}$	27,7	O'tkazgich
Kvars	$10^{16}-10^{21}$	6,5	O'tkazmas
Magnetit	$1 \cdot 10^2$	33,7-81,0	O'tkazgich
Monatsit	10^{14}	12,0	O'tkazmas
Molibdenit	10^8	-	O'tkazgich
Pirit	$4 \cdot 10^3$	33,7-81,0	O'tkazgich
Platina	-	-	O'tkazgich
Rutil	-	81	O'tkazgich
Siderit	10^4	7,4	O'tkazgich
Sillimanit	-	9,3	O'tkazmas
Stavrolit	-	6,8	O'tkazmas
Sfalerit	-	7,8	O'tkazgich
Smisonit	10^{14}	8,0	Yarim o'tkazgich
Sfen	-	4,0-6,6	Yarim o'tkazgich
Tantalit	10^6	-	O'tkazgich
Titanomagnetit	$1,2 \cdot 10^2$	-	O'tkazgich
Turmalin	-	6,9	O'tkazmas
Flyuorit	$5 \cdot 10^{14}$	6,7-7,0	O'tkazmas
Xalkopirit	$1,5 \cdot 10^4$	-	Yarim o'tkazgich
Xromit	-	-	Yarim o'tkazgich
Sirkon	10^{14}	17,6	O'tkazgich

O'tkazgichlar bilan dielektriklar oralig'ida o'rtacha tok o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan juda ko'p minerallar bo'lib, ularni yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Ularning asosiy xossalaridan biri past

haroratda elektr tokini o'tkazmasalarda, ozgina haroratni ortishi ularni o'tkazuvchan qilib qo'yadi. Bundan tashqari, yarim o'tkazgichlarga yorug'lik yoki bosim ta'sir ettirilsa, yoki tez harakatlanuvchi zarrachalar bilan nurlantirilsa ular tok o'tkazadigan bo'lib qoladilar.

Yarim o'tkazgichlarning yana bir ahamiyatga molik xossalaridan biri «teshik» (dirochnoy) tok o'tkazuvchanligidir. Uning fizik manosi shundan iboratki, elektronlarga to'lgan orbitadan elektronlarga to'lmagan orbitaga elektronlar o'tishi natijasida, bu orbita to'lmagan bo'lib qoladi va bo'sh joy «teshik» hosil bo'ladi. Tashqi elektr maydoni ta'sirida bo'sh joyga esa pastki pog'onadan elektronlar o'ta boshlaydilar va ular tok o'tkazish jarayoniga qatnashadilar.

Demak, yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi «Elektron» va «teshikli» elektr o'tkazish xossalaridan iborat ekan [29].

9.4-§. Elektr separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari

Elektr separatorlarining tuzilishi. Rudali va noruda foydali qazilmalarni boyitishda elektr separatsiyaning quyidagi usullari keng tarqalgan:

Elektrostatik separatsiya– elektrostatik maydonda amalga oshiriladi.

Tojli separatsiya–tojli razryadli elektrsizlashtirish maydonida amalga oshiriladi (zarrachalar ionlashish orqali zaryadlanadi).

Tojli–elektrostatik separatsiya–tojli elektrostatik maydonda amalga oshiriladi.

Kamdan–kam hollarda dielektrik separatsiya ishlatiladi.

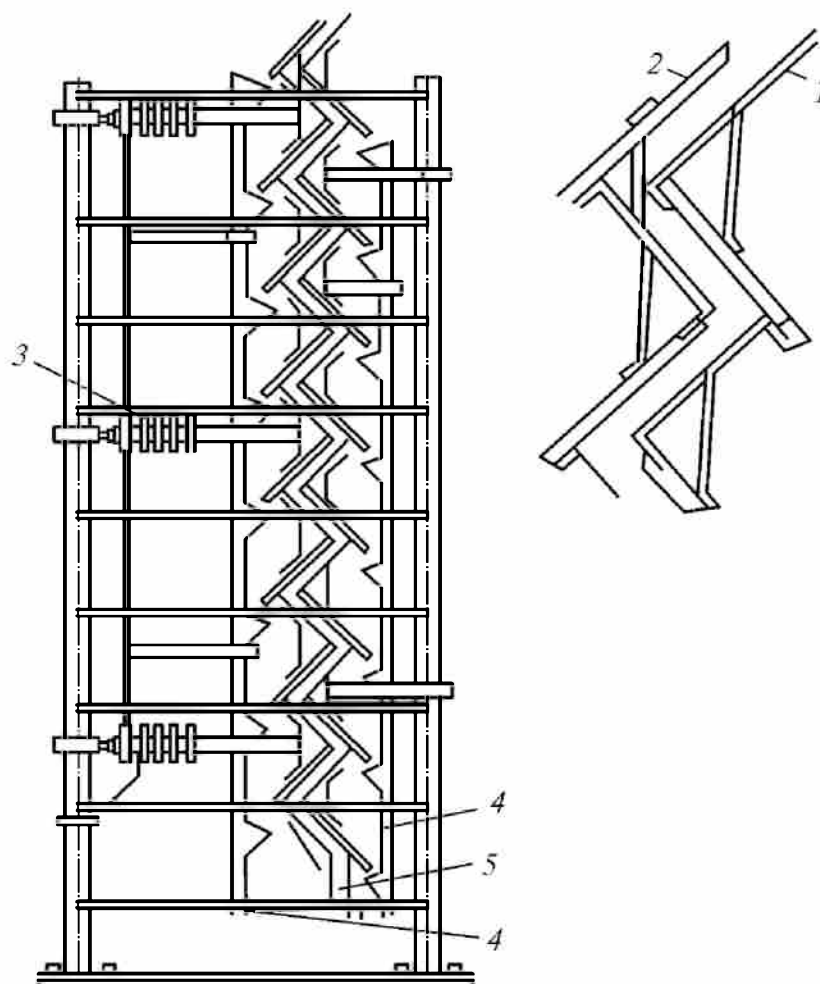
Elektr separatsiyasi usullarining bunday tasnifiga asosan elektr separatorlarini quyidagi asosiy guruhlariga bo'lish mumkin:

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

*tojli va tojli–elektrostatik (barabanli, kamerali);
triboadgezion;
dielektrik;*

Har qanday elektr spearatorining tuzilishi zarrachani zaryadlovchi moslama va mineral zarrachaning ajralishi sodir bo‘luvchi separatsiya zonasi bilan aniqlanadi.

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



141-rasm. Plastinkasimon elektrostatik separator.

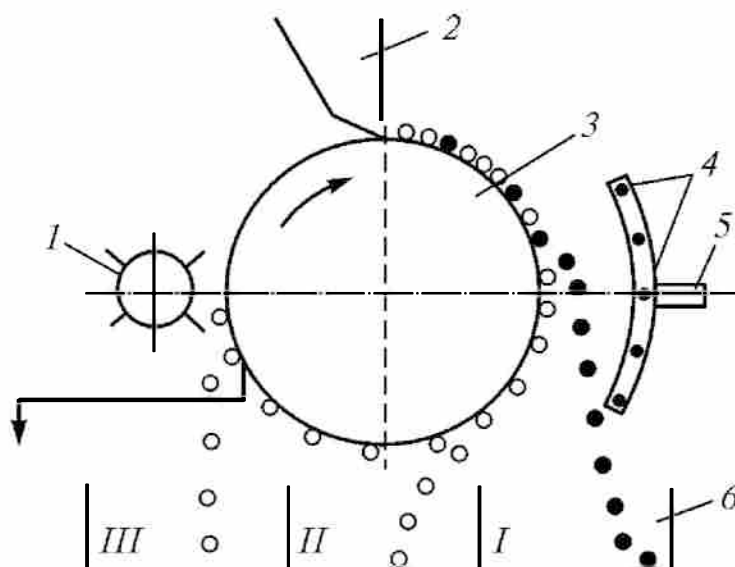
1 – ostki elektrodlar; 2 – ustki elektrodlar; 3 – izolyatorlar; 4,5 – qabul qilgichlar

Mineral zarrachalarni elektr-o'tkazuvchanlikka qarab boyitish uchun o'n oltita parallel plastinkasimon elektrodlardan tuzilgan plastinkasimon pog'onali separator ishlatiladi (141-rasm). Pastki elektrodlar bir tekis, yuqorilari 2-jalyuzisimon. Plastinkasimon elektrodning bir qatori yerga ulangan, izolyatorlar 3 ga ulangan boshqa qatordagi elektrodga yuqori kuchlanganlik beriladi [2].

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 jalyuzlari orqali o'tib, qabul qiluvchi idish 4 ga tushirib olinadi. Tok o'tkazmaydigan zarrachalar separatorning hamma kaskadlaridan o'tib qabul qiluvchi idish 5 ga tushadi.

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. 142-rasmda barabanli tojli elektr separatorining sxemasi keltirilgan.



142-rasm. Barabanli tojli elektr separatorining sxemasi:
 1 – cho'tka; 2 – yuklovchi varonka; 3 – cho'ktiruvchi elektrod; 4 – tojlantiruvchi elektrod; 5 – quti; 6 – qabul qiluvchi bunker.

Qutichada podshipniklarda metall baraban – cho‘ktiruvchi elektrod 3 aylanadi. Undan ma’lum masofada alohida quti 5 da barabanni hosil qiluvchiga parallel holda bir nechta ingichka o‘tkazuvchilar – tojlantiruvchi elektrodlar 4 tortilgan.

Barabanning ustida yuklovchi voronka 2, ostida esa boyitish mahsulotlarini qabul qilish uchun bir nechta bo‘limlardan iborat qabul qiluvchi bunker 6 o‘rnatilgan. Barabanni yopishib qolgan zarrachalardan tozalash uchun aylanuvchi cho‘tka 1 ko‘zda tutilgan. Tojli elektrsizlanish hosil qilish uchun tojlantiruvchi elektrodga yuqori kuchlanish beriladi. Cho‘ktiruvchi elektrod yerga ulanadi [1, 2].

Aylanuvchi baraban orqali material bunkerdan elektrodlar orasidagi maydonga beriladi. Baraban yuzasida mineral zarrachalar ionlar oqimidan zaryad oladilar. Tok o‘tkazmaydigan zarrachalar barabanda zaryadini o‘zgartirmaydi, uning yuzasida ushlanib qoladi va bunkerning III bo‘limiga to‘kiladi. O‘tkazuvchi zarrachalar zaryadini tez o‘zgartiradi va baraban yuzasidan har xil zaryadlangan zarracha sifatida itariladi va I bo‘limga tushadi. Yarim o‘tkazuvchi zarrachalar esa II bo‘limga bo‘shatiladi.

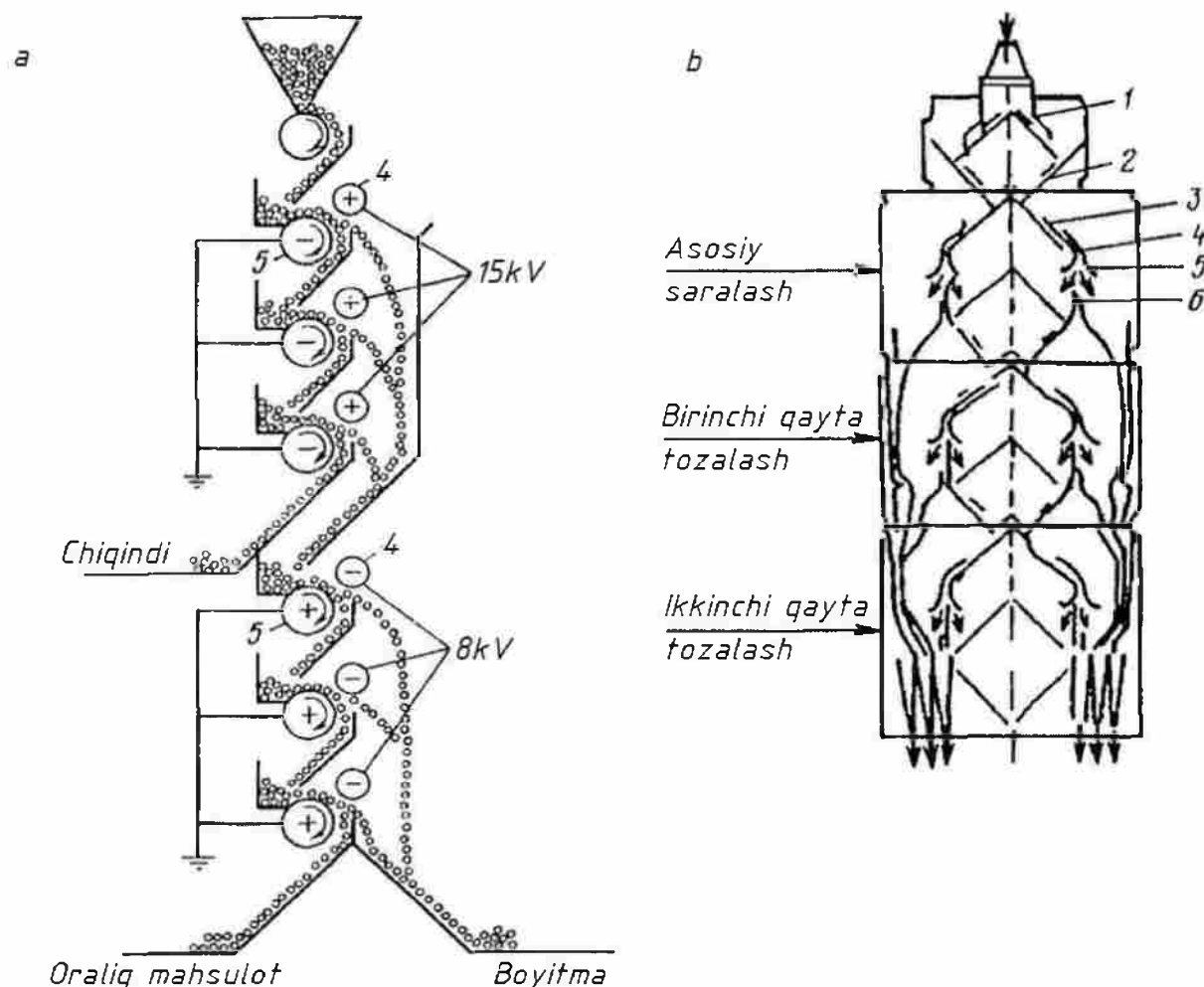
Sanoatda ishlatiladigan elektr separatori bir nechta barabandan tashkil topib, ularda asosiy separatsiya va mahsulotlardan birini tozalash sodir bo‘ladi.

Elektr separatsiya asosan kamyob metallar rudalari (qalay, volfram, titan–sirkoniy, tantal–niobiy) ning konsentratlari sifatini meyorga yetkazish, shuningdek, keramik mahsulotlarni, shishali qumlarni, fosforit, slyuda, olmos va h.k. larni boyitishda qo‘llanadi.

Triboelektrli separator - bu elektrli separator bo‘lib, unda boshlang‘ich material elektrostatik maydonda triboelektrik zaryadlarni o‘ziga olishi bo‘yicha komponentlarga bo‘linadi.

Triboelektrli barabanli separator saralaydigan qismdan uzilgan zaryad uskunasi 12 ga ega. Minerallarni zaryadlash barabanli yoki boshqa turdagi uskunalarda minerallarni o‘zaro ta‘siri natijasida ishqalanishli zaryadlash orqali amalga oshiriladi.

Elektrlovchi materialni 120-300 °C gacha qizdirish uchun isitgich bilan ta'minlangan, shuning uchun piroelektrli elektrlashga moyil minerallar uchun, yordamchi zaryad hosil qilishda piroelektrli effektga ega bo'ladi.



143-rasm. Ko'p pog'onali triboelektrli separatorlar "Djonson" (a) va STE (b) sxemalari: 1 – taminlagich; 2,3 – zarralarni elektrlash uchun yerga ulangan latunli tekisliklar 4 va 5 – elektrodlar.

Ajralish yerga ulangan metall baraban 2 va silindrsimon qaytaruvchi elektrod 8 orasida hosil qilinuvchi doimiy qutbli kuchlanganligi 2-4 kV/sm bo'lgan bir jinsli bo'lmagan elektrostatik maydonda sodir bo'ladi, bunga yuqori kuchlanish beriladi (15-50

kV). Kuchlanish belgisi elektrlanishda minerallar o'ziga qabul qilgan belgidagi zaryadni hisobga olgan holda o'zgaradi.

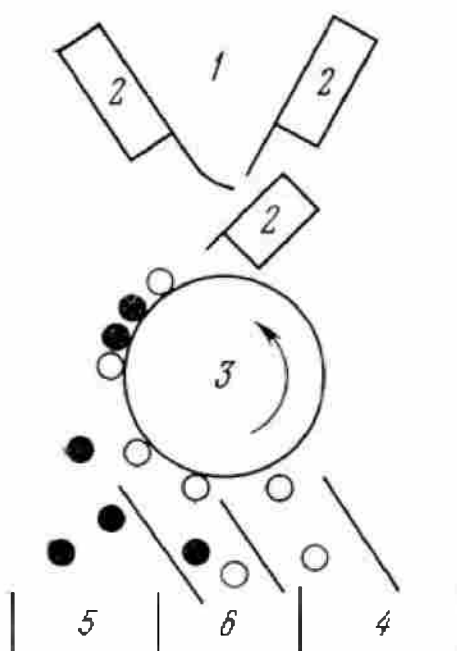
Ishlab chiqarishda ko'p pog'onali triboelektrli separatorlar ishlab chiqariladi (143-rasm).

Triboelektrostatik barabanli separatorlar SEP-1 va SEP-2, SES-2000S, «Djonson» dala shpatlari, fosforitlar, kaliy tuzlari uchun mo'ljallangan.

SEP-1 va SEP- 2 separatorlari parallel iplarda jamlangan (yig'ilgan) bo'linmalarining soni bilan ajralib turadi (SEP-1 6 ta bo'linmaga ega, SEP-2 esa 8ta). Triboelektrli separatorning qayiq turli STE kamyob va rangli metallarni boyitish uchun mo'ljallangan, shuningdek, kimyoviy, keramikli, abraziv, optik mahsulot va boshqalarni saralashga mo'ljallangan.

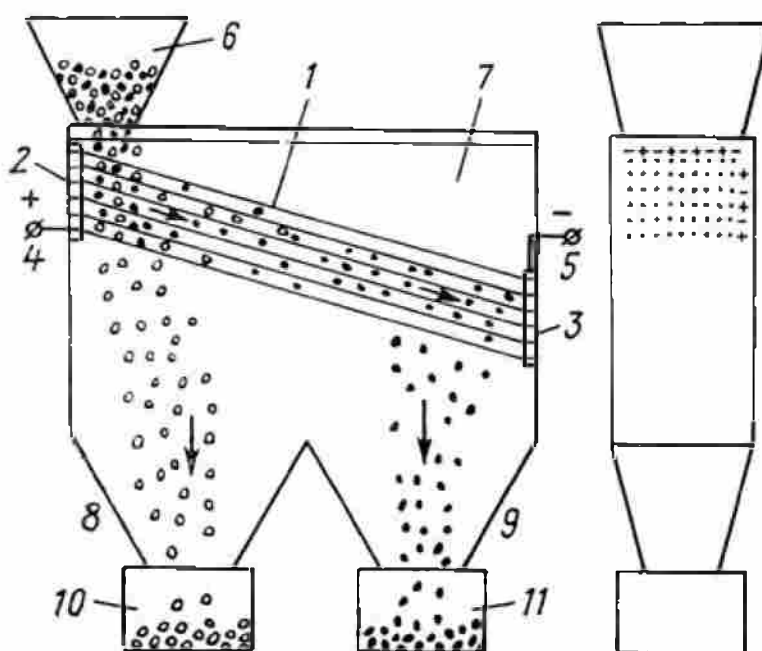
Piroelektrli separator - bu elektrli separator bo'lib, unda boshlang'ich material elektrstatik maydonda ularning piroelektrli elektrlanishiga ko'ra komponentlarga ajraladi.

Piroelektrli separator (144-rasm) bunker 1, qizitgich 2, aylanuvchi baraban 3 va mahsulotlarni qabul qilgichlar 4 va 6 dan iborat. [2]



144-rasm. Piroelektrli separator.

Minerallarni piroelektrli barabanli separatorlarda ajratish doimiy qutbli bir jinsli bo'lmagan elektrostatik maydonda amalga oshiriladi. Material bunkerda qizdirilgandan so'ng suv bilan sovutiladigan aylanuvchi barabanga tushadi. Piroelektrli elektrlanishga moyil minerallar harorat o'ynaganda zaryadlanadi va barabanda ushlanib turuvchi aks ta'sir kuchlar bilan qabul qilgich 4 ga chiqariladi. Piroelektrli effektlarga ega bo'lmagan minerallar qabul qilgich 5 ga tushadi, o'rtacha xossaga ega minerallar esa qabul qilgich 6ga tushadi.



145-rasm. Dielektrli separator:

- 1 – elektrodlar; 2,3 – elektrodli plastinkalar; 4,5 – kuchlanish manbai klemmalari; 6 – ta'minlagich; 7 – vanna; 8,9 – boyitma va chiqindilarni chiqarib yuborish uchun chuqurlashtirilgan qism; 10,11 – ajratilgan mahsulotlar yig'ilishi uchun bunkerlar.

Dielektrli separator - bu elektrli separatorlarda boshlang'ich materiallar ularning elektrostatik maydonda joylashgan dielektrli suyuqlikda dielektr o'tkazuvchanligi bo'yicha componentlarga ajraladi.

Dielektrli separatorlar suyuq dielektrlarga ajratish uchun ishlatiladi. Elektrodlar suyuq dielektr muhit bilan to'ldirilgan korpusda o'rnatiladi. Muhit sifatida quyidagi aralashmalar ishlatiladi: benzol-nitrobenzol, kerosin-nitrobenzol, geksan-aseton, totuol-nitrototuol, benzol-furfurol va boshqalar. Elektrodlar orasida sanoat chastotasidagi o'zgaruvchan qutbli bir jinsli bo'lmagan elektrostatik maydon hosil qilinadi.

Erkin zaryadlar ta'sirini istisno qilish uchun yupqa parallel qiya silindrik elektrod zaryadlari belgilari ham vertikal, ham gorizontal yo'nalishlarga navbat bilan o'zgaradi. Ajratiladigan mahsulot bunker orqali separatorning yuqori qatlamiga beriladi.

Bunda bir komponent (boyitma) ning zarralari qiya elektrod bo'ylab pastga, uning oxiriga eltiladi, boshqa komponent (chiqindi)ning zarralari esa yuklovchi joyga qarshi maydondan chiqariladi.

9.5-§. Elektr saralashga 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 [29].

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 qochuvchi kuch ham ortadi. Zarrachalar o'lchamidagi farq katta bo'lganda ularni aniq ajratish qiyinlashadi. Yirik tok o'tkazmaydigan zarracha mayda tok o'tkazadigan zarracha bilan bir vaqtda barabandan uzilishi va aksincha, juda kichik o'tkazuvchi zarrachalar o'tkazmaydigan fraksiyaga tushib qolishi mumkin. Shunday qilib, elektr separatsiyada yuqori texnologik ko'rsatkichlarga erishish uchun mahsulotlarni boyitishdan avval klassifikatsiyalanadi.

Agar boyitilayotgan mahsulotda changsimon zarrachalar sezilarli miqdorda bo'lsa, minerallarning elektr separatsiyasi keskin yomonlashadi. Shuning uchun jarayonni o'tkazishdan oldin mahsulot changsizlantirilishi kerak.

Minerallarning moddiy tarkibi va ularning aralashmadagi miqdori. Ajratiluvchi minerallar moddiy tarkibining doimiy emasligi, ularda boshqa aralashmalarning mavjudligi elektr separatsiya ko'rsatkichlariga jiddiy ta'sir qilishi mumkin. Masalan, sirkonga temirli minerallarni tushib qolishi uning elektr o'tkazuvchanligini shunchalik oshirib yuboradiki, natijada u o'tkazuvchi fraksiyaga tushadi.

Separatsiya ko'rsatkichlari, shuningdek, dastlabki mahsulotdagi ajraluvchi minerallarning miqdoriga bog'liq. Agar aralashmada dielektriklarning miqdori kam bo'lsa, bu holda yuqori sifatli o'tkazgichli fraksiya olish mumkin va aksincha, dielektriklarning miqdori ko'p bo'lsa, o'tkazgichlar fraksiyasini olish uchun bir nechta tozalash jarayonlarini qo'llash talab qilinadi.

Elektrodlardagi kuchlanganlik. Tojli elektroddagi kuchlanganlik elektrodlar orasidagi bo'shliqda tojli tok kuchini belgilaydi va elektr separatsiya jarayonini boshqarishda muhim parametr hisoblanadi. Elektrodlar orasidagi kuchlanganlikning ortishi bilan tojli tok kuchi ortadi. Havoning yaxshi ionlashishi elektrodlar orasidagi bo'shliqda ionlar sonining ortishi natijasida kuchliroq elektr zaryadlarini olishga hamda ko'p sonli zarrachalarni zaryadlashga ham imkon tug'diradi.

Elektrodlar orasidagi masofa. Tojli tok, shuningdek, minerallarning tojli elektrsizlantirish maydonida zaryadlash samaradorligi tojli va yerga ulangan elektrodlar orasidagi masofaga bog'liq. Bu masofani kamaytirib tojdagi tokni ko'paytirish mumkin yoki aksincha.

Elektrodlar orasidagi masofani o'zgartirib, xuddi tojli elektroddagi kuchlanganlikni o'zgartirishdagi kabi elektr separatsiyani boshqarish mumkin. Elektrodlar orasidagi masofa separatsiya tartibi ishlab chiqilayotgan paytda belgilanadi va separator ishlab turgan paytda o'zgartirilmaydi.

Yerga ulangan elektrodning aylanish tezligi. Elektr separatsiyada barabanning chiziqli (aylanma) harakatlanish tezligi zarrachani baraban yuzasidan uzib tushiruvchi asosiy markazdan qochuvchi kuch orqali namoyon bo'ladi.

Markazdan qochuvchi kuchning ortishi bilan o'tkazuvchi zarrachalarning ajralishi uchun qulay sharoit yaratiladi, biroq haddan tashqari oshirish, o'tkazuvchilar fraksiyasiga baraban yuzasida elektr tortishish kuchlari bilan ushlanib turilmaydigan elektr o'tkazmaydigan zarrachalarni ham o'tib ketishiga olib keladi. O'tkazuvchi fraksiyaning o'tkazmaydiganlar bilan ifloslanishi barabanning aylanma harakatlanish tezligi kamayib ketganda ham kuzatiladi.

Shuningdek, separatorning ishlab chiqarish unumdorligi ham cho'ktiruvchi elektrodning aylanma harakatlanish tezligiga bog'liq. Aylanma harakatlanish tezligining ortishi bilan separatorning

ishlab chiqarish unumdorligini oshirish mumkin, biroq bu bilan separatsiya mahsulotlari sifatini yaxshilashga hamma vaqt erishib bo'lmaydi.

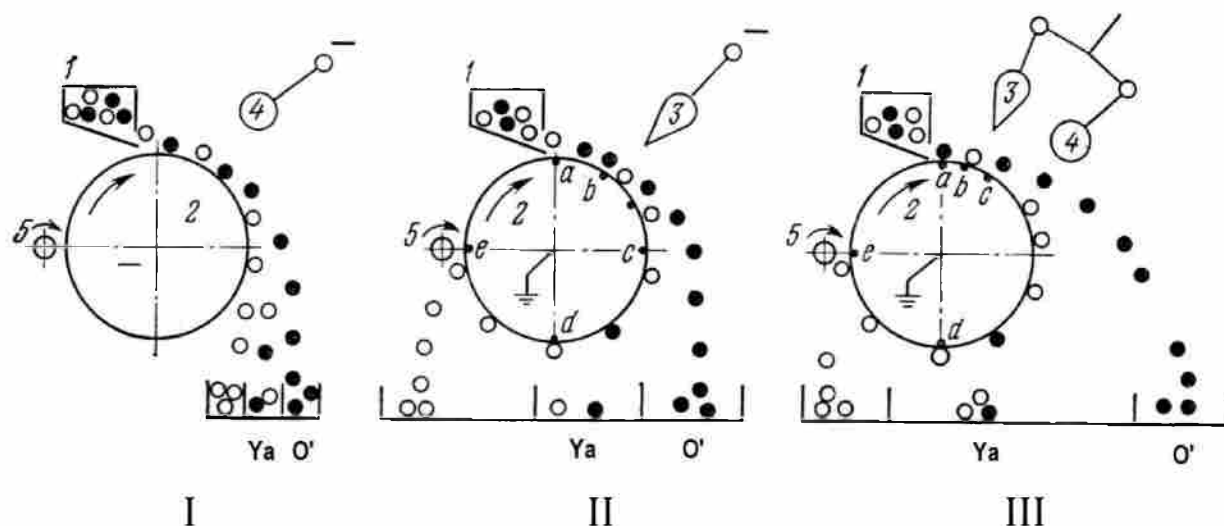
Mahsulotning yuqori namligi elektr separatsiyaga ikki taraflama salbiy ta'sir ko'rsatadi. Namlik minerallarning, ayniqsa o'tkazmaydigan minerallarning tabiiy elektr o'tkazish xususiyatini kuchli darajada o'zgartirishi va ularning moddiy tarkibi hamda elektrofizik xususiyatidan qat'iy nazar zarrachalarning yopishib qolishiga olib keladi. Puch tog' jinslarining mayda zarrachalari qimmatbaho mineralga yopishib, konsentratga ajraladi va uning sifatini yomonlashtiradi. Shunday qilib, ortiqcha namlikni yo'qotish elektr usulida boyitishdan oldingi bajarilishi shart bo'lgan jarayon hisoblanadi.

Elektrseparatsiyada 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 [2].

Elektrostatik saralagichlarda elektr o'tkazuvchi zarrachalar baraban elektroddan zaryad olib, undan qochadi. Dielektriklar esa o'z og'irlik kuchlari hisobiga trayektoriyasini o'zgartirmasdan, barabanga yopishib pastga tushadi. To'siqlarni moslab, zarrachalarni ajratib olish mumkin (146-rasm, I).

Tojli saralagichlarda o'tkazgichlar tojli elektrodda zaryadlanib, baraban elektrodda zaryadsizlanadi va undan qochadi. Dielektriklar esa, qoldiq zaryad hisobiga baraban elektrodda yopishib olib, u bilan birga aylanadilar. Yarim o'tkazgichlar esa dielektriklar bilan o'tkazgichlar orasida to'planadilar. (146-rasm, II).

Tojli elektrostatik saralagichlarda zaryadlanish-zaryadsizlanish jarayonida o'ziga tortuvchi elektrod ham qatnashadi. Tojli elektrodda zaryadlangan o'tkazgich zarracha baraban elektrodda zaryadsizlanib undan qochadi va qo'shimcha manfiy zaryadlangan elektrodda tortiladi. Bu trayektoriyasini kengaytirishga olib keladi.



146-rasm. Barabanli saralagichlarning sxemalari:

I) elektrostatik; II) tojli; III) tojli - elektrostatik saralagichlar.
 1- bunker; 2- baraban; 3 – elektrod; 4 – elektrod; 5- barabanni tozalash shotkasi.

9.6-§. Foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlariga qo'yiladigan talablar

Boyitmaga qo'yilgan talablar DS yoki vazirlik va kombinatning texnik talablari (TT) asosida tuziladi. Quyida qora, rangli va ko'mir boyitmalaridagi asosiy qimmatbaho komponentlar va zararli qo'shimchalarning miqdorlari haqidagi qiymatlar keltirilgan.

Qo'rg'oshin boyitmalari shaxtali, gohida gornli eritishda qayta ishlanadi. Gornli eritish uchun tarkibida qo'rg'oshinning miqdori 70% dan kam bo'lmagan boyitmalar talab etiladi. Zararli qo'shimchalarning moqdorlari $SiO_3 < 2\%$; $Su < 1,5\%$; $Zn < 2,5\%$; $Fe < 8\%$. Shaxtali eritish uchun boyitma tarkibidagi eng zararli qo'shimchalar rux va mis hisoblanadi. Boyitmadagi qo'rg'oshin va zararli qo'shimchalarning miqdorlari quyidagicha: 70 - 30% Pb; 2,5 - 12% Zn; 1,5 - 4% Cu.

Rux boyitmasi sifatiga qo'yilgan talablar.

Boyitma markasi	Massa bo'yicha ulushi, %					
	rux, kam emas	indiy, kam emas	Qo'shimchalar, ko'p emas			
			temir	kremnezem	mis	mishyak
RB-0	59	Norma-lashtirilmagan	4,0	2,0	0,9	0,05
RB-1	56	- // -	5,0	2	1,0	0,05
RB-2	53	- // -	7	3	1,5	0,1
RB-3	50	- // -	9	4	2,0	0,3
RB-4	45	- // -	12	5	3,0	0,5
RB-5	40	- // -	13	6	3,0	0,5
RB-6	40	- // -	16	10	4,0	0,6
RBI	40	0,04	18	6	3,5	0,5

Izoh. Rux boyitmasining barcha markalarida ftorning massa bo'yicha ulushi istemolchining talabiga ko'ra o'rnatiladi. Ftorning massa bo'yicha ulushi 0,02 % dan ko'p bo'lgan boyitmalar taraflarning kelishuvi orqali yetkaziladi.

Rux boyitmalari distillash va elektroliz zavodlarida qayta ishlanadi. Boyitmadagi eng zararli qo'shimcha pirit, pirrotin minerallarining tarkibida joylashgan va sfaleritning o'zida izomorf ko'rinishida uchraydigan temir hisoblanadi (qo'rg'oshin, mis va mishyak ham zararli hisoblanadi).

Boyitmadagi rux va temir miqdorining chegaralari: $53 \div 40\%$ Zn; $7 \div 16\%$ Fe.

Mis boyitmalari kuydirish jarayonidan so'ng shteynga eritish uchun yallig' qaytaruvchi pechga yuboriladi. Boyitmada misning miqdori keng chegarada o'zgarib, u minerallarning kimyoviy tarkibiga, mis sulfidlarining boshqa minerallar bilan birga o'sish xarakteriga bog'liq. Shuning uchun har bir boyitish fabrikasida

o'zining mis boyitmasidagi misning miqdoriga qo'yilgan me'yorlari mavjud: $45 \div 10\%$ Cu. Boyitmadagi zararli qo'shimchalar: rux va qo'rg'oshin, ko'p miqdorda bo'lganda glinazyom ham zararlidir.

Qo'rg'oshin-rux sanoatida mis boyitmasi uchun mis, qo'rg'oshin va ruxning miqdoriga quyidagi chegaralar o'rnatilgan: $20 \div 11\%$ Cu; $7 \div 19\%$ Pb; $6 \div 19\%$ Zn.

Molibden boyitmalarining iste'molchilari asosan metallurgiya sanoati hisoblanadi. Boyitmadagi eng zararli qo'shimchalar ftor, mishyak va qalay hisoblanadi (mis va kremnezyom ham). Boyitmadagi molibden va zararli qo'shimchalarning chegaraviy miqdorlari: $50 \div 47\%$ Mo; $5 \div 7\%$ SiO₂; $0,07 \div 0,15\%$ P; $0,5 \div 2,0\%$ Cu; $0,07\%$ As; $0,07\%$ Sn.

Volfram boyitmalari asosan ferrovolfram quyishda ishlatiladi. Boyitmadagi zararli qo'shimchalar fosfor, mishyak, qalay, oltingugurt, mis va kremnezyom hisoblanadi. Volframit va gyubnerit boyitmalari uchun quyidagi me'yorlar (konditsiyalar) o'rnatilgan: $65-60\%$ WO₃; $11 \div 18\%$ Mn; 5% SiO₂; $0,03 \div 0,06$ P; $0,05-0,1\%$ As; $0,2 \div 1,5\%$ Sn; $1,5 \%$ S; $0,1 \div 0,5 \%$ Cu. Sheelit boyitmalari uchun: $55 \div 50 \%$ WO₃; 4% Mn; 10% SiO₂; $0,07 \div 0,15\%$ P; $0,3-0,8 \%$ Cu; $0,05 \div 0,1 \%$ As; $0,2 \%$ Sn.

Qalay boyitmalarida zararli qo'shimchalar kremnezyom, glinazyom, temir, oltingugurt va mis. Boyitmadagi qalay va zararli qo'shimchalarning chegaraviy miqdorlari: $60 \div 40 \%$ Sn; $11 \div 19 \%$ SiO₂; $6 \div 11 \%$ Fe; $3 \div 7 \%$ Al₂O₃; $3 \div 6 \%$ S; $0,2 \div 0,5 \%$ Cu.

Temir rudalari va boyitmalari domnali va po'lat eritish sanoatida hamda, maxsus jarayonlar hisoblanmish - temirni to'g'ridan to'g'ri tiklash, kukunli metallurgiya sanoatida ishlatiladi.

17-jadval.

Mis boyitmasi sifatiga qo'yilgan talablar.

Boyitma markasi	Miqdori, %			Boyitma markasi	Miqdori, %		
	mis, kam emas	Qo'shimchalar, ko'p emas			mis, kam emas	Qo'shimchalar, ko'p emas	
		rux	qo'rg'oshin			rux	qo'rg'oshin

MB-0	40	2	2,5	MB-5	20	10	8
MB-1	35	2	3	MB-6	18	11	9
MB-2	30	3	4,5	MB-7	15	11	9
MB-3	25	5	5	MOM	12	11	9
MB-4	23	9	7				

Izoh. Mis boyitmasining barcha markalarida molibdenning miqdori 0.12 % dan oshmasligi kerak; namlikning miqdori taraflarning kelishuvi asosida o'rnatiladi; boshqa xildagi qo'shimchalar qo'shilishiga yo'l qo'yilmaydi (jins bo'laklari, ruda, yog'och, beton, metall va b.); oltin va kumushning miqdori normalashtirilmaydi

Domnali eritishga tushayotgan ruda va boyitmalar ham fizikaviy ham kimyoviy xossalari bo'yicha talabni qondirishi zarur. Fizikaviy xossalaridan ahamiyatlilari: zichlik, yuqori haroratda mustahkamlik va yiriklik (bo'laklilik) dir. eritishga keladigan mayda sinfdagi mahsulot ajratib olib tashlanadi, chunki ular shixtaning gaz o'tkazuvchanligini o'ta pasayishiga olib keladi va qisman gazlar bilan pech mo'risidan chang ko'rinishida chiqib ketadi.

Magnetitli domnali rudalar uchun yiriklikning yuqori chegarasi $40 \div 50$ mm, gematitli rudalar uchun $50 \div 80$ mm, qo'ng'ir temir rudasi uchun $80 \div 120$ mm.

Domnali jarayon talabi bo'yicha yiriklikning quyi chegarasi $3 \div 5$ mm. Boyitish fabrikalarida temir rudalarini g'alvirlash odatda 10 mm li o'lchamdagi $10 \div 0$ mm sinfdagi olib boriladi. Mayda o'lchamli boyitmalar esa aglomeratsiya qilinadi. 0,1 mm dan mayda boyitmalar okatishi tayyorlashda ishlatiladi.

Magnetitli rudalar uchun namlikning chegaraviy miqdori $2 \div 3$ %, gematitli rudalar uchun $4 \div 6$ %, qo'ng'ir temir rudalari uchun $10 \div 16$ %, aglomeratsiyalangan magnetitli mayda rudalar uchun $4 \div 5$ %. Qish vaqtlarida temiryo'l transportida tashiladigan mayda boyitmalar uchun namlikning ruxsat etiladigan chegaraviy miqdori vaziyatdan kelib chiqqan holda tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Temirning ruda va boyitmadagi miqdori bo'yicha me'yor bir qancha sabablarga bog'liq, ular: foydali rudali mineralning turi, bo'sh tog' jinsining tarkibi, rudaning tiklanish darajasi va b.

Magnetitli, gematitli, martitli va yarimmartitli rudalarni boyitishda boyitmadagi temirning miqdori odatda 60-68 % ni, qo'ng'ir temir rudalarini boyitishda esa 45 ÷ 55% ni tashkil etadi. Cho'yan tannarxining eng past ko'rsatkichi va boyitish fabrikasi hamda metallurgiya zavodini qurishga ketadigan eng kam kapital xarajatlarga mos keluvchi temirning miqdori (boyitmadagi) texnik iqtisodiy hisoblashlar orqali aniqlanadi.

Domnali temir rudalarida va boyitmalarida zararli qo'shimchalar quyidagilar: fosfor, mishyak, erimaydigan qoldiqlar, rux, mis, qo'rg'oshin, qalay va titan. Zararli qo'shimchalarning ruxsat etiladigan miqdori quyiladigan cho'yan markasiga qarab belgilanadi.

Odatdagi martenli cho'yan quyish uchun mo'ljallangan boyitmadagi (aglomeratdagi) oltingugurtning miqdori 0,3% dan, fosforning miqdori 0,15 ÷ 0,2% dan oshmasligi lozim. Maxsus cho'yanlarni yog'och ko'mirli eritish uchun mo'ljallangan boyitmadagi (aglomeratdagi) oltingugurtning miqdori 0,02 ÷ 0,035% dan oshmasligi lozim.

Odatdagi martenli cho'yan quyish uchun mo'ljallangan boyitmadagi fosforning miqdori asosli qoplamali pechlar uchun 0,2% gacha, nordon qoplamali pechlar uchun esa 0,02% gacha ruxsat etiladi. Bessemer usulida cho'yan olishda boyitmadagi fosforning miqdori 0,05 ÷ 0,07%, Tomas usulida cho'yan olishda 1,5 ÷ 2,0%, yog'och ko'mirli eritishda esa 0,01% gacha ruxsat etiladi.

Marten cho'yani quyish uchun mo'ljallangan boyitmadagi (aglomeratdagi) boshqa zararli qo'shimchalarning ruxsat etilgan normalari quyidagicha: 0,07 ÷ 0,1% As; 0,1% Zn; 0,015% Pb; 0,08% Sn; 16% TiO₂; 0,2% Cu. Maxsus sifatli po'lat quyish uchun rudada: Cu < 0,05%, yemirilishga chidamli qotishmalarni quyishda esa Cu > 0,5%.

Quyiladigan po'latning xossalarini yaxshilaydigan boyitma tarkibidagi foydali qo'shimchalar nikel, marganes va vanadiy hisoblanadi. Ammo, maxsus ahamiyat kasb etadigan birqancha rudalarda ushbu qo'shimchalar zararli hisoblanadi.

18-jadval.

Flotatsiyali oltingugurt kolchedani sifatiga qo'yilgan talablar.

Ko'rsatkich	Markasi uchun norma				
	KSF-0	KSF-1	KSF-2	KSF-Z	KSF-4
Tashqi ko'rinishi	Sochiluvchan kukun. Boshqa xildagi qo'shimchalar qo'shilishiga yo'l qo'yilmaydi (jins bo'laklari, ruda, yog'och, beton, metall va b.)				
Sulfidli oltingugurtning miqdori, %, kam emas	50	48	45	42	38
Qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori, %, ko'p emas	Norma-lashtirilmagan	1	1	1	1
Mishyakning miqdori, %, ko'p emas	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ftorning miqdori, %, ko'p emas	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Namlikning miqdori, %, ko'p emas	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Izoh. Iste'molchi bilan kelishgan holda flotatsiyali oltingugurt kolchedani qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori 1% dan ko'p bo'lgan miqdorda yetkazib berishga ruxsat etiladi; KSF-0 markali kolchedanda qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori iste'molchi bilan kelishilgan holda o'rnatiladi.					

19-jadval.

Gravitatsiya boyitmasida oltinning va qo'shimchalarning normalari.

Miqdori		Namlik, ko'p emas,	Yiriklik, ko'p emas,
Oltin, kam	Qo'shimchalar, ko'p emas, %		

emas, g/t	Mishyak	surma	glinazem	%	mm
50	0,7	0,3	10	4	3

20-jadval.

Flotatsiya boyitmasida oltinning va qo'shimchalarning normalari.

Boyitma	Miqdori				Namlik, ko'p emas, %
	Oltin, kam emas, g/t	Qo'shimchalar, ko'p emas, %			
		mishyak	surma	glinazyom	
Flotatsiyali oltin tarkibli	20	2	0,3	10	6
Oltin tarkibli kuyindi (ogarka)	30	1	0,3	10	-

Masalan, bolg'alanuvchi cho'yan quyish uchun ishlatiladigan kam marganesli rudalarda marganesning miqdori rudadagi har bir foiz temir uchun 0,006% dan oshmasligi zarur. Rudani eritishda tashkil etuvchi — aytarli miqdorda tarkibida kremnezem mavjud kalsiy va magniy oksidlari flyus sarfini kamaytiruvchi foydali qo'shimchalar hisoblanadi.

Gubchatiy temir ishlab chiqarish uchun tarkibida 72% gacha Fe, 0,2 ÷ 0,6% SiO₂ va 0,01 % gacha P bo'lgan magnetitli boyitmalar ishlatiladi.

Marganesli rudalar va boyitmalar metallurgiya va kimyo sanoatida ishlatiladi. Kimyo sanoati uchun tarkibida 80 % dan ko'p Mn bo'lgan pirollyuzit boyitmalari talab etiladi.

Ko'mir va ko'mir boyitmalari. Koks tayyorlashga keladigan ko'mir va uning boyitmalarida qo'shimchalarning miqdori metallurgiya koksiga o'rnatilgan me'yorlar asosida aniqlanadi. Ko'pchilik Donesk koks zavodlarida koksning kullik miqdori 9 ÷ 10 % gacha va undagi oltingugurtning miqdori 65 ÷ 1,80 % gacha belgilangan. Sibir zavodlarida o'rtacha hisobda kullik miqdori va oltingugurtning miqdoriga o'rnatilgan norma mos holda 11,2 va 0,5% ni tashkil etadi. Kokslashga keladigan ko'mir boyitmalarining kullik miqdori o'rtacha 30% atrofida bo'lishi zarur. Donbas ko'mir

boyitish fabrikasida (RF) koks tayyorlash uchun boyitilgan ko'mir boyitmasi tarkibida kullik miqdori odatda $6 \div 8\%$ ni va oltingugurtning miqdori $2 \div 2,5\%$ ni tashkil etadi (dastlabki ko'mirning kullik miqdori $12 \div 20\%$ va oltingugurtning miqdori $2,5 \div 3,5\%$). Boyitmaning namlik miqdori temir yo'l transportida tashishda qish vaqtlarida 5% dan oshmasligi, yozda esa 8% gacha bo'lishi zarur.

IV BO'LIM

YORDAMCHI JARAYONLAR

X BOB. BOYITISH MAHSULOTLARINI SUVSIZLANTIRISH VA CHANGNI TUTISH

10.1-§. Suvsizlantirish usullarining qisqacha tasnifi.

Foydali qazilmalar ko'p hollarda suvli muhitda boyitiladi. Shuning uchun olinadigan boyitish mahsulotlarida suvning miqdori 30-90 % ni tashkil qiladi. Bunday mahsulotlarni kelgusida qayta ishlash uchun ularning tarkibidan suvni yo'qotish zarur.

Suvsizlantirish deb foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlari tarkibidan suvni ketkazishga aytiladi.

Foydali qazilmalarning mineral tarkibi va tanlangan boyitish sxemasiga bog'liq holda suvsizlantirish jarayoni foydali qazilmalarni boyitishning texnologik sxemasida turli joyni egallaydi.

Havo, radiometrik yoki elektr usullarida boyitishda kelayotgan mahsulotning namlik miqdori yuqori bo'lganda dastlabki mahsulot suvsizlantiriladi. Masalan, asbest rudalarini siqilgan havo yordamida boyitishdan oldin suvsizlantiriladi. Noyob metall rudalarining dag'al boyitmalari elektr saralagich yordamida ajratilishidan avval quritiladi.

Qayta ishlanishdan avval boyitishning oraliq mahsulotlari ham suvsizlantiriladi, agar ularning tarkibidan bir miqdordagi namlikni yo'qotish zarur bo'lsa. Bunday holda suyuq faza qayta ishlatiladi yoki chiqindi havzasiga tashlanadi. Ma'lumki, rudalarni yanchish jarayonida tegirmonga tushayotgan mahsulotning 50-60 % i qattiq mahsulot bo'lganida yanchish samarali. Boyitish fabrikalarida polimetall rudalarini boyitishda flotatsiya usulida boyitishning kollektiv-selektiv sxemasi ko'p qo'llaniladi. Olinadigan

kollektiv boyitmalar qayta yanchiladi, lekin uning tarkibi 40 % gacha qattiq mahsulotni tashkil qiladi. Shuning uchun dastlab quyiltiriladi [30].

Boyitish fabrikalarida texnologik jarayon uchun ko'p miqdorda suv ishlatiladi. Masalan, flotatsiya boyitmalari tarkibida 1t qattiq mahsulotga 4 m³ gacha, chiqindilari tarkibida esa 10 m³ gacha miqdorda suv to'g'ri keladi. Shuning uchun boyitma ham chiqindi ham suvsizlantiriladi.

Boyitmalar qish vaqtida muzlab qolmasligi uchun va tashish uchun qulaylik tug'dirish maqsadida talab darajasida suvsizlantiriladi. Chiqindilar esa ularni joylashtirish qulay bo'lishi uchun va texnologik jarayonni aylanma suv bilan taminlash maqsadida suvsizlantiriladi.

Suvsizlantirish usuli qattiq fazaning qumoqlilik va mineral tarkibiga, uning zichligiga va boyitish mahsulotlarining tarkibidagi namlikning miqdoriga bog'liq.

Namlik-bu mahsulotning tarkibidagi suvning miqdori.

Namlik W (%) – bu mahsulot tarkibidagi suv massasini quruq mahsulotning massasiga nisbati:

$$W = \frac{100 \cdot q}{G + q} \quad (10.1)$$

bu yerda, q – suvning massasi; G – quruq mahsulotning massasi.

Namlik - ishchi W_i , laboratoriya W_l va tashqi W_t namlikka bo'linadi

$$W_t = W_i - W_l \quad (10.2)$$

Laboratoriya namligi mahsulot namunasini laboratoriya sharoitida qurish holatigacha quritish yo'li bilan aniqlanadi.

Bo'tananing zichligi δ (kg/m³) – bu bo'tana massasini uning

egallagan hajmiga nisbati:

$$\delta = \frac{M_b}{V} \quad (10.3)$$

bu yerda, M_b – bo‘tananing massasi, kg; V – bo‘tananing hajmi, m^3 .

Bo‘tananing qattqlik miqdori P (%) deb quruq mahsulot massasini nam mahsulot massasiga nisbatiga aytiladi:

$$P = \frac{100 \cdot G}{G + q} \quad (10.4)$$

Mahsulotning namligi aniq bo‘lsa, uning qattqlik miqdorini topish mumkin:

$$P = 100 - W$$

Bo‘tananing tavsifi R - suyuq mahsulot massasini qattiq mahsulot massasiga nisbati:

$$R = S : Q = \frac{q}{G} = \frac{W}{100 - W} = \frac{100 - P}{P} \quad (10.5)$$

Suvsizlantirish jarayonining mexanizmiga suyuqlik bilan mahsulotning energiya bog‘lanishi sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Energiya bog‘lanish qancha katta bo‘lsa, namlikni materialdan ajratish shuncha qiyinlashadi. Bog‘lanishlar kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizik-mexanik bo‘lishi mumkin [30].

Kimyoviy bog‘langan namlik mahsulot bilan katta bog‘lanish energiyasiga ega bo‘ladi va qurutish bilan yo‘qolmaydi. Bunday namlik gidrat yoki kristallanishga oid namlik deb ataladi.

Mexanik suvsizlantirishda quyidagi namliklar farqlanadi:

- gigroskopik;
- adhezion;
- kapillyar;
- gravitatsion.

Gigroskopik namlik zarrachaning yuzasida shimilish (adsorbsiya) kuchi ta'sirida qobiq (plyonka) shaklida ushlanib turiladi. Bunday namlik mustahkam bog'langan namlik sirasiga kiradi.

Adgezion namlik zarrachalar yuzasida molekular kuch ta'sirida ushlanib turadi.

Kapillyar namlik zarrachalar o'rtasini to'ldiradi va ular orasida kapillyar bosim kuchi P_b yordamida ushlanib turadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_b = 2 \cdot \sigma \cdot \cos \frac{\theta}{r} \quad (10.6)$$

bu yerda, σ – suv va havo chegarasidagi sirt taranglik, N/m;

θ – chekka namlanish burchagi, gradus;

r - kapillyar radiusi, m.

Erkin (gravitatsion) namlik gravitatsion kuch ta'sirida zarrachalar o'rtasidagi barcha bo'shliqni to'ldiradi.

Ho'l mahsulotlar o'ziga shimgan namlikning bog'lanish shakli va miqdoriga ko'ra kolloid, kapillyar-kolloid va kapillyar-g'ovak kolloid turlariga bo'linadi.

Kolloid mahsulotlar deb, namlik asosan yaxshi bog'langan va shimilgan mahsulotlarga aytiladi. Namlikni yo'qotilgandan so'ng bunday mahsulotlar sezilarli darajada siqiladi. Ularga gil, jelatin va boshqalar kiradi

Namlik asosan kapillyar kuch yordamida bog'langanda oddiy kapillyar jism deyiladi. Ularga ruda boyitmalari, kvars qumlari va tosh qumi kiradi.

Oddiy-kapillyar kolloid jismlar barcha shakldagi bog'lanishga ega bo'lgan suvni o'zida saqlaydi. Bunday jismlarga torf, yosh qo'ng'ir ko'mir va boshqalar kiradi.

Boyitish mahsulotlari tarkibidagi suvning miqdoriga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: suvlangan (suyuq), ho'l, nam, ochiq

havodagi quruq va quruq.

Suvlangan (suyuq) jinslar tarkibida suvning miqdori 40 % dan ko'p va suyuqlik harakatda bo'ladi. Bunday mahsulotlarga tegirmon va klassifikator slivlari, flotatsiya boyitmalari, chiqindilar va boshqalar misol bo'ladi.

Ho'l mahsulotlar tarkibida 15-40 % namlik bo'lib, bunda suyuqlik oquvchan xususiyatga ega bo'lmaydi. Bunday mahsulotlardan saqlash, tashish va qayta yuklash jarayonlarida suvning bir miqdori ajralib chiqishi mumkin.

Nam mahsulotlar tarkibida 5-15 % namlik bo'lib, oquvchanlik xususiyatiga ega bo'lmaydi.

Havodagi quruq mahsulotlar sochiluvchan bo'lib, zarrachaning yuzasidagi namlik miqdori 5 % dan oshmaydi.

Quruq mahsulotlar tarkibida namlik saqlamaydi.

Mahsulotning namlik saqlash qobiliyati

Mahsulotning namlik saqlash qobiliyati – bu qattik jismning o'zini yuzasidagi namlikni saqlash xususiyatidir.

Foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlari turli xil namlik saqlash qobiliyatiga ega bo'lib, zarrachaning solishtirma yuzasi va zarracha bilan suvning ta'sirlashishiga sarflanadigan energiyaga bog'liq. Minerallar yuzasida yutiladigan suvning miqdori ana shu energiya quvvatiga bog'liq [30].

Solishtirma yuza hajmiy va massaviy bo'lishi mumkin.

Mahsulotning birlik hajmiga to'g'ri keladigan yuza solishtirma hajmiy yuza S_v (m^2/m^3 , yoki $1/m$) deyiladi:

$$S_v = \frac{S}{V} \quad (10.7)$$

bu yerda, S – zarrachaning umumiy yuzasi, m^2 ;

V – mahsulotning hajmi, m^3 .

Mahsulotning birlik massasiga to'g'ri keladigan yuza solishtirma massaviy yuza S_M (m^2/kg) deyiladi.

$$S_M = \frac{S}{M} \quad (10.8)$$

bu yerda, M – mahsulot massasi, kg.

Sharsimon va kub shakliga ega bo'lgan zarrachalar aralashmasining solishtirma massaviy yuzasi quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin:

$$S_M = \frac{6}{100 \cdot \delta} \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i}{d_i}, \quad (10.9)$$

bu yerda, δ – zarrachaning zichligi, kg/m³;

d_i – sharning o'rtacha diametri yoki har xil kattalikdagi kublarning qirrasini uzunligi, m;

γ_i – alohida sinflarning chiqishi, %.

Agar zarrachaning shakli shar va kubning shaklidan farq qilsa, shaklga bog'liq bo'lgan koeffitsient kiritiladi. $K_{sh} = 0,5 \div 0,7$. U holda mahsulotning solishtirma hajmiy yuzasi quyidagicha aniqlanadi:

$$S_V = \frac{6}{K_{sh} \cdot d} \quad (10.10)$$

Zarrachaning ichki va tashqi yuzalari farqlanadi. Tashqi yuzasi deganda, zarrachaning geometrik yuzasi, ichki yuzasi deganda mikrog'ovak va mikroyoriqchalar yuzasi tushuniladi. Umumiy yuzasi tashqi va ichki yuzalar yig'indisiga teng.

Mahsulotning solishtirma yuzasi qancha katta bo'lsa, unda saqlanadigan suvning miqdori shuncha katta bo'ladi. Mahsulotning solishtirma yuzasi 74 mkm sinfdagi zarrachalar miqdoriga bog'liq.

74 mkm sinfdagi zarrachalar miqdori, %	10	20	40	60	80	90	95
Solishtirma massaviy yuzasi, m ² /kg	19	36	69	107	158	203	240

Qattiq zarracha yuzasining namlanish darajasi oquvchi suyuqlik yuzasi va qattiq jism yuzasi bilan urunma hosil qiluvchi chekka namlanish burchagi θ bilan tavsiflanadi. Chekka namlanish burchagi nazariyada keng - noldan (suv bilan to'la namlanish) 180 gradusgacha (umuman namlanmaslik, ya'ni suv tomchisi umuman oqmaydi) chegarada o'lchanadi. Shunday qilib, suyuq va qattiq fazalar orasidagi bog'lanish energiyasi qancha katta bo'lsa, namlanish shuncha katta bo'ladi va zarracha yuzasida shuncha ko'p namlik ushlanib qoladi. Umuman olganda, solishtirma yuza va namlanishning ortishi bilan qattiq jismning namlikni saqlab qolish qobiliyati ham ortadi.

Mexanik usulda suvsizlantirishda maksimal molekular namlik singdiruvchanlik (MMN) – namlikning maksimal miqdori, W_{MMN} %, boyitish mahsulotlarining namlikni saqlab qolish qobiliyatining ko'rsatkichi bo'lib xizmat qiladi. MMN zarracha yuzasining suv bilan ta'sirlashish kuchi, bunga zarracha yuzasida saqlanib qoluvchi suv plyonkasi qalinligiga bog'liqligi orqali aniqlanadi.

Magnetit boyitmalari uchun massaviy solishtirma yuza 120 m²/kg bo'lganda W_{MMN} ning qiymati 8,5 % ni, 180 m²/kg bo'lganda esa W_{MMN} ning qiymati 10,5 % ni tashkil qiladi [3].

Suvsizlantirish jarayonining yoki suvsizlantirish uskunasi samaradorligi η (%) quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\eta = \frac{100 - W_0}{100 - W_{MMN}} 100 \quad (10.11)$$

$$\eta = \frac{(W_H - W_0)}{W_H} 100 \quad (10.12)$$

bu yerda, W_H va W_0 – mos holda mahsulotning suvsizlantirishdan oldin va keyingi namligi, %.

Shunday qilib, suvsizlantirilgan mahsulot tarkibida suvning miqdori qancha kam bo'lsa, suvsizlantirish jarayonining samaradorligi shuncha yuqori bo'ladi.

Suvsizlantirish jarayonlarining tavsifi

Suvsizlantirish usulini tanlash qattiq mahsulotning zichligi va o'lchamiga, boshlang'ich mahsulot tarkibidagi suvning miqdoriga va suvsizlantirilgan mahsulotning namlik miqdoriga qo'yilgan talablarga bog'liq.

Suvsizlantirish jarayoni mexanik va termik usullarda amalga oshiriladi. Mexanik usulga quyidagilar kiradi: drenajlash, quyiltirish, filtrlash va sentrifugalash. Termik usulga quritish kiradi.

Drenajlash - bu og'irlik kuchi ta'sirida zarachalar oralig'idan suvni tabiiy holda sizib chiqishiga asoslangan qattiq va suyuq fazani ajratish jarayonidir.

Drenajlash jarayoni o'lchami 1,0-0,5 mm dan katta bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi. Bunday mahsulotlarga yirik o'lchamdagi magnetit boyitmalari, oraliq mahsulotlar va boshqalar misol bo'ladi. Drenajlash jarayoni mahsulotlar tarkibidan suvni yo'qotish uchun suvsizlantirishning dastlabki bosqichi bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Quyiltirish - bu qattiq va suyuq fazani ularni zichligining farqiga asoslangan holda ajratish jarayonidir.

Quyiltirish jarayoni o'lchami 1,0 mm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi va gravitatsiya yoki markazdan qochma maydonda amalga oshiriladi [30].

Filtrlash - bu qattiq va suyuq fazani hosil qilinadigan bosim farqi hisobiga g'ovak to'siq orqali ajratish jarayonidir.

Filtrlash jarayoni o'lchami 0,5-0,1 mm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi. O'lchami 50 mkm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirish uchun bosim ostida filtrlash, 50 mkm dan katta o'lchamdagi zarralar uchun esa vakuum ostida ishlaydigan filtrlash qo'llaniladi.

Sentrifugalash - bu qattiq va suyuq fazani aylanayotgan rotorda markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish jarayonidir.

Sentrifugalash – o'lchami 15 mm dan kichik o'lchamdagi mahsulotlarni suvsizlantirish uchun qo'llaniladi. O'lchami 15-1,0 mm kattalikdagi mahsulotlar uchun markazdan qochma maydonda filtrlash, 1,0 mm dan kichik mahsulotlar uchun esa zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida cho'ktirish qo'llaniladi.

Qurutish - bu qattiq va suyuq fazani issiqlik (harorati) ta'sirida parlantirish natijasida ajratish jarayonidir.

Issiqlik ta'sirida qurutish jarayoniga o'lchami 0,1 mm dan kichik bo'lgan mayin yanchilgan flotatsiya boyitmalari va har xil o'lchamdagi foydali qazilmalar boyitishdan avval yuborilishi mumkin.

Qurutish suvsizlantirishning eng ko'p energiya sarf qilindigan usuli hisoblanadi. Shuning uchun uning qo'llanilishi texnik-iqtisodiy asoslangan bo'lishi kerak.

10.2-§. Drenajlash

Drenajlash deb donali mahsulotlardan suvni og'irlik kuchi ta'sirida suvsizlantiriluvchi mahsulot va g'ovak to'siq orqali tabiiy filtrlanishiga aytiladi. Drenajlash suvsizlantiruvchi kovshli elevatorlarda, elaklarda, klassifikatorlarda, bunkerlarda va drenajlash omborxonalarida amalga oshiriladi.

Suvsizlantiruvchi kovshli elevatorlar cho'ktirish mashinalariga, yuvuvchi tarnovchalarga o'rnatiladi. Suv sathidan yuqorida joylashgan kovshlarda suv mahsulot va uning devorlaridagi teshiklar orqali filtrlanadi. Elevatorning o'qi gorizontga nisbatan 60-70° ga qiya holda o'rnatilgan. Yuqoridagi kovshlardan oqib tushayotgan suv pastki kovshlarga tushmasligi kerak. Kovshli elevatorlarda suvsizlantirilgan mahsulotlarning namligi 30 % gacha va mahsulotlarning yirikligi va suvsizlantirish vaqtiga bog'liq.

Suvsizlantiruvchi elaklar trapetsiyasimon kesimli latun yoki po'lat simlardan tayyorlangan teshikli to'rdan iborat. Teshiklarning kengligi: 0,25; 0,5; 0,75 va 1 mm. qo'zg'almas elaklar qo'zg'aluvchi elaklarda mahsulotni suvsizlantirishdan oldin suvni qisman chetlashtirish uchun qo'llaniladi. Qo'zg'almas suvsizlantiruvchi to'r yassi yoki yoysimon ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Suv elak ostida yig'iladi va texnologik jarayonga jo'natiladi, mahsulot esa tarnovcha orqali qo'zg'aluvchi suvsizlantiruvchi elaklarga uzatiladi. Suvsizlantirish uchun tez yurar tebranuvchi, vibratsion va rezonansli elaklar ishlatiladi.

Qo'zg'aluvchi suvsizlantiruvchi elaklarda mahsulot yirik bo'laklaridan shlam va loyli zarrachalarni chetlashtirish uchun qo'shimcha tarzda suv bilan yuviladi va bu narsa mahsulot namligini pasaytiradi. Yirik ko'mirli boyitmalarning namligi elaklarda suvsizlantirilgandan keyin 6 dan 9 % gacha bo'ladi.

Bosim ostida ishlaydigan yoysimon g'alvir (147-rasm) quyidagi qismlardan tashkil topgan: payvandlangan yopiq quti 4, yarim silindrsimon tirqishli elak 1, yuklovchi quvur 2 va g'alvir osti mahsuloti chiqib ketishi uchun quvur 3. Mahsulot yuklovchi quvurning o'lchamini o'zgartirish orqali bo'tananing kirishdagi tezligi va yoysimon g'alvirning ish unumdorligi sozlanadi.

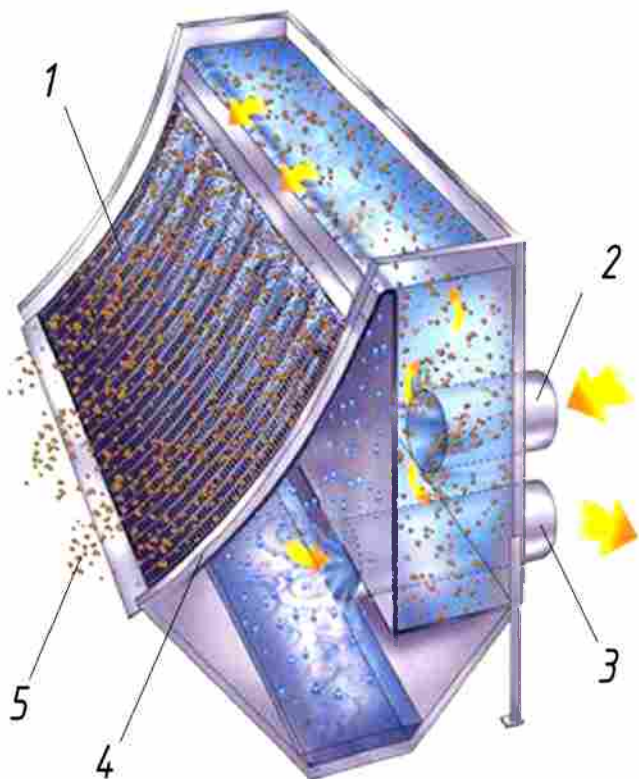
Suvsizlantiradigan aralashma yuklovchi quvurga bosim ostida yuboriladi va elakka uning yuzasiga urinma bo'ylab berilib, oqimning tezligi 10 m/s gacha yetadi.

Yoysimon elaklarda dastlabki mahsulotdagi suvning miqdori 85 % gacha yetib, elak osti mahsulotida 35 % gacha yetadi. Aralashma elakka 7-20 kPa bosim ostida yuboriladi.

Bosimsiz elaklarda bo'tana bo'yicha solishtirma unumdorlik $q_v=150 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{soat}$, bosim ostida ishlaganda $q_v=200-240 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{soat}$ ga teng.

Yoysimon elaklar ko'proq ko'mir boyitish fabrikalarida va kaliy sanoatida qo'llanadi. Ularning tuzilishi oddiy va ishlatish oson. Yoysimon elaklarning kamchiligi elaklarning yuzasini

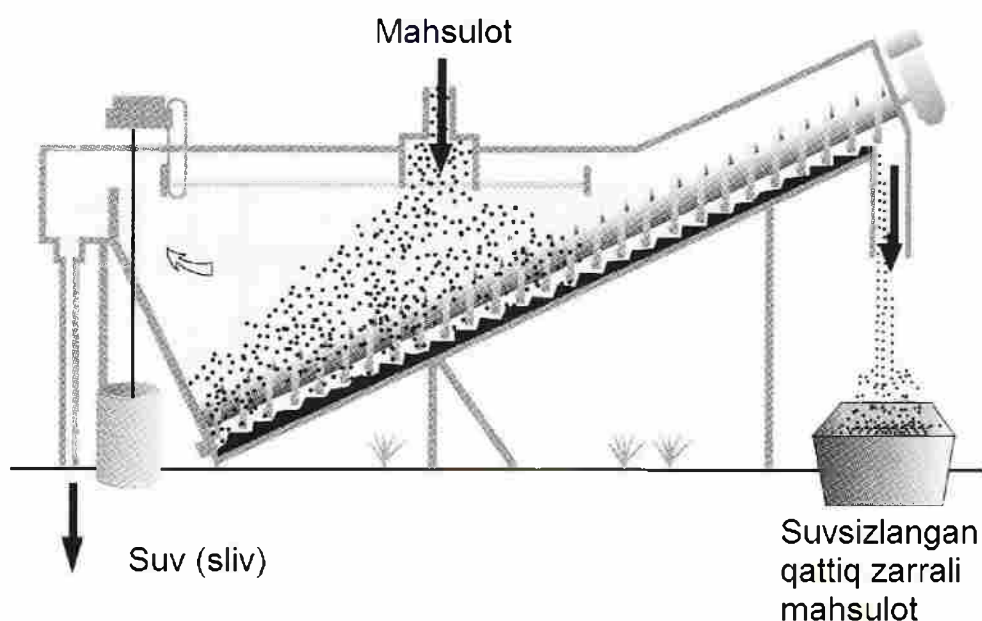
elanishining notekisligidir (elakning yuqori qismi tez yelanadi). Natijada ajraladigan oqimning qisqarishi elak osti mahsulotining kamayishiga va mahsulotning ajralish sifatini yomonlashishiga olib keladi



147-rasm. Yoysimon elak.

- 1 – yarim silindrsimon tirqishli elak; 2 – yuklovchi quvur;
3 – sliv uchun quvur; 4 – payvandlangan yopiq quti; 5 – suvsizlangan mahsulot.

Suvsizlantiruvchi mexanik klassifikatorlarda spiralning aylanish chastotasi kichik va klassifikator tog'orasining qiyaligi kattaroq. Yuqori zichlikka ega mayda mahsulotni suvsizlantirish uchun ishlatiladi. Suvsizlantirish qumlarni klassifikator tubi bo'ylab tashishda drenajlash hisobiga sodir bo'ladi. Bazan qumlar shlamlarni yuvib tushirish uchun suv bilan sug'oriladi. Klassifikatorlarda suvsizlantirilgan mahsulotlarning namligi 15-25 % gacha [30].



148-rasm. Spiralli suvsizlantirgich.

Spiralli suvsizlantirgichlar yirik qattiq zarralarni mahsulotni suvsizlantirish uchun qo'llaniladi. Dastlabki mahsulotda qattiq zarralarning miqdori 1% gacha bo'lishi mumkin. Suvsizlangan mahsulotda esa qoldiq namlik 30 % ni tashkil etadi [3].

Suvsizlantiruvchi bunkerlar bir necha qator temir beton yacheykalardan iborat bo'lib, ularning har biri pastki qismi piramida yoki prizma shakliga ega. Suvsizlantirilgan mahsulotni chiqarishga ikki yoki to'rtta teshik o'rnatilgan. Yacheykalar soni suvsizlantiruvchi mahsulot miqdori va suvsizlantirish vaqtiga bog'liq. Suvsizlantiriluvchi mahsulot bunkerning yacheykalariga yuklanadi va unda bir necha soat ushlab turiladi. Suv bunkerda mahsulot qatlami orqali filtrlanadi va panjarali zulfin orqali tushirib olinadi. Yirik bo'lakli boyitmalarning namligi 4-8 soat ichida 12-18 % dan 5-10 % gacha kamayadi. Mayda donali boyitmalarni 20-24 soatgacha ushlab turish talab qilinadi.

Drenajlash omborlari katta sig'imli inshoot. Mayda zarrachali og'ir mahsulot bo'tanasi omborning tindirgichlariga suvning asosiy

qismini yo'qotish uchun beriladi. Tindirgichlarning cho'kmalari greyfer kranlar yordamida omborning drenajlash qismida qiya beton polga uyiladi. Uyimlardan suv ombor polidan o'tuvchi drenajlash ariqchalari orqali ajratib olinadi. Drenajlash omborlarida, masalan, temir boyitmalari 6-10 % namlikgacha suvsizlantiriladi.

Suvsizlantiruvchi uskunalarni ishlab chiqarish unumdorligini hisoblash

Suvsizlantiruvchi elaklar panjaraning yuza birligiga to'g'ri keladigan solishtirma yuk bo'yicha hisoblanadi. Ruxsat etiladigan yuk suvsizlantirishga tushadigan mahsulot yirikligiga, uning zichligiga, elak ko'zining o'lchamlariga bog'liq.

Ko'mirni suvsizlantirishda quyidagi yuklar qabul qilinadi (t/m²soat):

Yirik konsentrat (>6-12 mm) 1 mm li to'rda:

Bunkerlarda qo'shimcha suvsizlantirish bilan 15-20

Bunkerda qo'shimcha suvsizlantirishsiz 6-8

Mayda konsentrat (<6-12 mm) sentrifugada qo'shimcha suvsizlantirish bilan:

1 mm li to'rda 10-12;

0,5 mm li to'rda 6-8.

Shlamlar (<2-1mm):

0,5 mm li to'rda 2-3;

0,3 mm li to'rda 1-1,2.

Rudali boyitmalarni elaklarda suvsizlantirishda solishtirma yuk boyitmaning sochma zichligi ortishiga proporsional tarzda ortadi.

Suvsizlantiruvchi bunkerlar. Suvsizlantiruvchi bunkerlar hajmi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$V = \frac{qT}{\delta \cdot \eta} \quad (10.13)$$

bu yerda V – bunkerning hajmi , m³ ;

q -suvsizlantirishga tushadigan mahsulot massasi, t/soat;
 T – suvsizlantirish bitta siklining davomiyligi, soat;
 δ - mahsulotning sochma zichligi, t/m³;
 η - bunkerning to'ldirish koeffitsienti.

Suvsizlantirish bitta siklining davomiyligi bunker bitta yacheykasini to'ldirish vaqti, suvsizlantirish vaqti, yacheykani bo'shatish vaqti va uni keyingi to'ldirishga tayyorlash vaqtlarining yig'indisidan iborat. Bunker bitta yacheykasini to'ldirish vaqti.

$$t_1 = \frac{v \cdot \eta \delta}{q} \quad (10.14)$$

bu yerda t_1 – yacheykani to'ldirish vaqti, soat;
 v – yacheykaning geometrik hajmi, m³,
 δ - mahsulotning sochma zichligi, t/m³,
 η - bunkerning to'ldirish koeffitsienti,
 m -suvsizlantirishga tushadigan mahsulot massasi, t/soat;

Kokslanuvchi ko'mirning sinflari uchun suvsizlantirish vaqti 6-8 soat, 25 mm dan yirik energetik ko'mirlar uchun 2-3 soat, 13-25 mm li sinf uchun 4-5 soat, 6-13mm li sinf uchun 6-8 soat.

Bunker yacheykasining bo'shatish va yana yuklash uchun tayyorlash vaqti uning sig'imi, bo'shatish ishini tashkil qilishga bog'liq. 80-150 t sig'imli yacheykaning bo'shatish va tayyorlash vaqti taxminan 2 soatga teng. [30]

Filtrlovchi sentrifugalalar. Filtrlovchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi texnik xarakteristikalaridan olinadi.

Cho'ktiruvchi sentrifugalalar. Cho'ktiruvchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$V = \frac{3.5D^2L(\rho - \rho_0)d^2n^2}{100\mu} \quad (10.15)$$

bu yerda V-quyilma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m³/soat; D-quyilish ostonasining diametri, m; L-mahsulotni yuklash joyidan quyilish ostonasigacha bo'lgan masofa, m; ρ va ρ_0 -tegishli tarzda qattiq va suyuq fazaning zichligi, g/sm³; d-quyilmadagi eng katta zarrachaning diametri, mm; n- konusning aylanish chastotasi, aylana/min; μ -qovushqoqlik, P. Suvning qovushqoqligi $\mu = 0,01P$, $\rho_0 = 1\text{g/sm}^3$ ga teng deb hisoblaymiz.

$$V = 3.5D^2L(\rho - 1)d^2n^2 \quad (10.16)$$

Cho'ktiruvchi sentrifugalalar. Cho'ktiruvchi sentrifugalarning ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$V = \frac{3.5D^2L(\rho - \rho_0)d^2n^2}{100\mu} \quad (10.17)$$

bu yerda, V-quyilma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi, m³/soat,

D -quyilish ostonasining diametri, m,

L-mahsulotni yuklash joyidan quyilish ostonasigacha bo'lgan masofa, m;

ρ va ρ_0 -tegishli tarzda qattiq va suyuq fazaning zichligi, g/sm³;

d-quyilmadagi eng katta zarrachaning diametri, mm;

n- konusning aylanish chastotasi, aylana/min;

μ - qovushqoqlik, P.

Suvning qovushqoqligi $\mu = 0,01P$, $\rho_0 = 1\text{g/sm}^3$ ga teng bo'lsa, bunda

$$V = 3.5D^2L(\rho - 1)d^2n^2 \quad (10.18)$$

Cho'ktiruvchi sentrifugalarning cho'kma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi texnik xarakteristikalaridan olinadi.

Quyiltirgichlar. Quyiltirgichlarning ishlab chiqarish unumdorligini hisoblash usuli quyiltirishga tushayotgan bo'tananing xossalriga bog'liq.

Koagulyatsiyalovchi moddalarni saqlaydigan suyultirilgan bo'tanani quyiltirish, quyiltiriluvchi bo'tana va tindirilgan suv qatlami orasida aniq chegara chizig'i bo'lmasligi bilan xarakterlanadi. Bu holda quyiltirgich quyilmaga o'tuvchi eng katta zarrachalarning erkin tushish tezligi asosida klassifikatsiyalovchi apparat sifatida ishlatiladi [3].

Quyiltirgichning solishtirma cho'kish yuzasi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$f = \frac{R_1 - R_2}{g \cdot k} \quad (10.19)$$

bu yerda: f - solishtirma cho'kish yuzasi, m^2 /tonna. soat;

- R_1 va R_2 - dastlabki va quyiltirilgan mahsulotlarda suyuqlikning qattiq zarrachalarga (C: Q) bo'lgan nisbati;

- g - quyilmaga o'tuvchi nisbatan katta zarrachalarning suvda erkin cho'kish tezligi, m/soat;

- k - quyiltirgichning samarali ishlatiladigan yuzasini, uning umumiy yuzasiga nisbatiga teng koeffitsient ($k=0,5-0,6$ kichik va $k=0,7-0,8$ katta quyiltirgichlar uchun).

Quyiltiruvchi konuslar va piramidasimon tindirgichlar. Bu uskunalarni hisoblash quyiltirgichlarni hisoblash kabi olib boriladi.

10.3-§. Quyiltirish jarayoni. Quyiltirishga ta'sir qiluvchi omillar

Bir tonna rudani flotatsiya usuli bilan boyitishda $2,5 \div 3,5 m^3$; gravitatsiya usulida $3,5 \div 4,5 m^3$; magnit usulida $3,0 \div 3,5 m^3$ suv

sarflanadi. Hozirgi vaqtda, dunyoda yiliga $2 \cdot 10^9$ t ruda boyitish jarayonida qatnashadi. Boyitish jarayoniga esa taxminan $6 \cdot 10^9$ m³ suv ishlatiladi.

Suv sarfini kamaytirish maqsadida, boyitish fabrikalarida suvni qayta ishlatish (oborotnoe vodosnobjenie) yo'lga qo'yilgan. 90-95% suv mahsulotlardan ajratib olinadi va boyitish jarayoniga qayta yuboriladi. Bundan tashqari, boyitish jarayonida olingan mahsulotlarni qayta ishlash uchun suvsizlantirish talab etiladi. Buning uchun quyiltirish, suzish va quritish jarayonlari amalga oshiriladi.

Quyiltirish jarayonlari. Quyiltirish yanchish jarayonidan so'ng, bo'tanaga ishlov berish jarayoni hisoblanadi. Quyiltirish bo'tanani cho'ktirish, ya'ni qattiq zarrachlarni quyiltirgich tubiga cho'ktirib, tiniq suvni ishlatishga yuborish vazifasini bajaradi. Ko'pchilik hollarda cho'kkan mahsulot tarkibida 50 % gacha suv bo'ladi. Bu esa qattiq-suyuq nisbat birga-bir demakdir. Quyiltirish qayta ishlanayotgan massani yirikligi, zichligi, fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Bo'tana tarkibida turli o'lchamdagi zarrachalar mavjud bo'lib, yirik zarrachalar tez cho'kadi. Mayda zarrachalar uzoq vaqt davomida muallaq holda turadi. Zarrachalarning bir xil zaryadga ega bo'lishi peptizatsiya deyiladi. Bunday holat ayrim sulfid minerallari hamda qiyin qayta ishlanadigan rudalarni qayta ishlaganda kuzatilishi mumkin. Cho'ktirish jarayonini yaxshilash maqsadida mayda zarrachalarni yirik agregat holatga keltirish kerak. Bu maqsadda koagulyant va flokulyant ishlatiladi. Koagulyant mayda zarrachalarni o'zaro biriktirib ishqoriy muhit pH=10,5-11,2 hosil qilsa, flokulyant mayda zarrachalarni o'zaro bog'lab, cho'kish jarayonini tezlashtiradi.

Cho'kish og'irlik kuchi ta'sirida sodir bo'luvchi uskunalardagi bo'tananing yuqori qatlamlarida qattiq zarrachalarning konsentratsiyasi yuqori emas, shuning uchun zarrachalar o'lchami va zichligi yoki solishtirma og'iriligiga bog'liq holda maksimal tezlik bilan erkin tushish sharoitida cho'kadi.

Shar shaklidagi zarrachalarning erkin tushish sharoitida cho'kish tezligi quyidagi formulalardan aniqlanadi.

a) o'lchami 0,1 mm dan kichik zarrachalar uchun Stoks formulasi orqali

$$v = \frac{54,5 \cdot d^2 (\rho - 1)}{\mu}, \quad \text{sm / sek} \quad (10.20)$$

b) o'lchami 0,1 – 1,5 mm zarrachalar uchun Allen formulasi orqali

$$v_0 = 25,8 \sqrt[3]{(\rho - 1)^2 \cdot \frac{1}{\mu}}, \quad \text{sm / sek} \quad (10.21)$$

bu yerda: d -zarrachning diametri, sm;

ρ -zarrachning zichligi, g/sm³

μ -muhitning qovushqoqligi, (suv uchun – 0,01 pZ)

Bo'tananing pastki qatlamlarida zarrachalar konsentratsiyasi-ning ortishi bilan ularning cho'kish tezligi kamayadi. Zarrachalarning konsentratsiyasi ma'lum chegaraga yetganda, cho'kish siqilib tushish sharoitida sodir bo'ladi. Bunda yirik, tez cho'kuvchi zarrachalar o'z yo'lida mayda zarrachalar bilan ushlanib, ular bilan birga cho'kadi.

Cho'kma zichlashganda qattiq zarrachalarning konsentratsiyasi maksimumga yetadi, ularning cho'kish tezligi esa 0 ga yaqinlashadi.

Siqilib tushish tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanishi mumkin.

$$v_{st} = k \cdot v_0 \quad (10.22)$$

bu yerda: k – siqilib tushishda erkin tushish koeffitsientining kamayish koeffitsienti.

k koeffitsientining kattaligi hisoblanishi qiyin bo'lib, bir qator omillarga bog'liq bo'lgani uchun, quyiltirgichlarni hisoblash uchun bo'tanadagi qattiq zarrachalarni cho'kish tezligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Talab qilinadigan quyiltirish yuzasi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$F = Q \cdot f, \quad m^2 \quad (10.23)$$

bu yerda: Q – bo'tanadagi qattiq zarrachalarning miqdori
 f – quyiltirishning solishtirma yuzasi.

$$f = \frac{a \cdot b}{k_1 \cdot v_0 \cdot \gamma_s}, \quad m^2 \cdot soat / t, \quad (10.24)$$

bu yerda: a – dastlabki bo'tanadagi suyuqlikning qattiq zarrachalarga nisbati;

b - quyiltirilgan mahsulotdagi suyuqlikning qattiq zarrachalarga nisbati;

k_1 – quyiltirish yuzasining samarali ishlatish koeffitsienti (0,7-0,8);

γ_s - suyuqlikning zichligi (suv uchun 1 g/sm^3)

Quyiltiriladigan aralashmalar ulardagi qattiq zarrachalarning o'lchamiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: zarrachalarining o'lchami 100 mkm dan katta bo'lgan dag'al aralashmalar, zarrachalarining o'lchami 50 – 100 mkm bo'lgan mayin aralashmalar, o'lchami 0,1 – 0,5 mkm bo'lgan xira (loyqa) aralashmalar va o'lchami 0,1 mkm dan kichik bo'lgan kolloid aralashmalar. (1mm=1000 mkm)

Dag'al aralashmalardagi qattiq zarrachalar o'zlarining og'irlik kuchi ta'sirida oson cho'kadi. Mayin, xira va kolloid aralashmalardagi qattiq zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida deyarli cho'kmaydi.

Mayin va xira aralashmalardagi qattiq zarrachalarni cho'ktirish uchun koagulyatsiya va flokulyatsiyalovchi, ya'ni juda mayda zarrachalarni molekular tortishish kuchi ta'sirida bir-biriga yopishtirib, ulardan nisbatan yirikroq, tez cho'kuvchi pag'a – pag'a (bodroqsimon) agregatlar hosil qiluvchi turli reagentlar qo'shiladi. Aralashmaga quyidagi reagentlar qo'shiladi; elektrolitlar, flotatsion reagentlar, kolloid koagulyantlar, noorganik reagentlar (ohak, o'yuvchi natriy, silikatlar, xlorli temir va h.k.) va organik reagentlardan kraxmal, separan, poliakrilamid.

Poliakrilamidning ta'siri shundan iboratki, suvda eriganda ularning molekulalari anion va kationlarga dissotsiyalanadi va ular qattiq zarrachalarning elektr zaryadlarini neytrallab, koagulyatsiyalaydi.

Quyiltirish jarayoni quyiltirgichlarda amalga oshiriladi. Bo'tana quyiltirgich markaziga beriladi. Cho'kib zichlangan cho'kma grabli yordamida quyiltirgich markazida joylashgan chiqarib yuborish tuynugiga qarab suriladi va u yerdan nasos yordamida so'rib olinadi. Tinigan suv esa quyiltirgich chetidan halqali tarnovga tushadi.

Quyiltirgichda to'rtta zona bo'ladi:

- 1) Tiniq suv zonasi;
- 2) Cho'kish zonasi;
- 3) O'tish zonasi
- 4) Zichlanish zonasi.

Bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish bo'tanani zichligiga bog'liq. Ko'pchilik bo'tana uchun birinchi zonadan ikkinchi zonaga o'tish, bo'tana tarkibida 25-33 % qattiq zarrachalar tashkil etgan zichlikda boradi. Quyiltirgichdan chiqarib yuborilayotgan quyiltirilgan mahsulot tarkibida 40-50 % qattiq faza bo'ladi. Quyiltirgichning ish unumdorligi uning balandligiga bog'liq bo'lmasdan, uning cho'kish

jarayonining tezligi va uskunaning yuzasiga bog'liq. Shuning uchun quyiltirgichlarning balandligi kichik bo'lib, yuzasi katta bo'ladi.

Afzalliklari:

- 1) Uzlüksiz ishlashi;
- 2) Elektr energiyasini kam sarflashi;
- 3) Tuzilishining soddaligi;
- 4) Xizmat ko'rsatishning oddiyligi.

Asosiy kamchiligi esa – bu uskunalarining yirikligi va shunga bog'liq holda katta maydonni egallashidir.

Quyiltirgichlar harakatga keltirish mexanizmining joylashishiga qarab ikki turga bo'linadi: harakatga keltirish mexanizmi markazda joylashgan va harakatga keltirish mexanizmi chetda joylashgan. Shuningdek, quyiltirgichlar bir yarusli va ko'p yarusli bo'ladi.

Quyiltirish jarayonining asosiy vazifalari:

-sorbsiyali tanlab eritish jarayonidan oldin kerak bo'lgan bo'tana zichligini tanlash;

-suvni ajratib olish va uni ruda tayyorlash hamda boyitish jarayonlariga qaytarish hisoblanadi.

5-20% gacha qattiq zarrachalar bo'lgan bo'tanani suvsizlantirishning birinchi bosqichi tindirish jarayoni hisoblanadi. Tindirish qattiq zarrachalarni og'irlik kuchi yoki markazdan qochma kuch hisobiga cho'ktirish demakdir. Tindirishning maqsadiga qarab jarayon ikki turga; suvni tiniqlashtirish va bo'tanani quyiltirishga farq qiladi. Suvni tiniqlashtirishdan maqsad qayta ishlatishga qaytarilayotgan suvni qattiq zarrachalardan tozalash. Bo'tanani quyiltirish esa jiplashgan cho'kma olish. Qattiq zarrachani muhitda cho'kish tezligi uning o'lchamiga, zichligiga konsentratsiyasiga va muhitning qovushqoqligiga bog'liq.

Tindirgichlar silindr shaklidagi idish bo'lib, tag qismi konusimon ko'rinishda bo'ladi. Bo'tana markaziy quvur 1 ga beriladi. Tindirilgan suv silindr yuqori qismining tashqi gardishiga o'rnatilgan nov 2 orqali, cho'kma esa aylanuvchi kurak 3 yordamida konus

uchi bo'lgan quvur 4 ga tushirilib, undan nasos yordamida tindirgichdan chiqariladi.

10.4-§. Quyiltirgichlarning turlari va ishlash usullari

Piramidasimon tindirgichlar, quyiltiruvchi konuslar. Piramidasimon tindirgichlar quyiltiruvchi konuslar bo'tana va dag'al suspenziyalarni quyiltirishga mo'ljallangan.

Quyiltirilgan mahsulotga 0,1 - 0,3 mm dan katta qattiq zarrachalar, quyilmaga esa, 0,1 mm gacha yiriklikdagi zarrachalarni saqlovchi unchalik tiniqmas suv ajraladi [2, 30].

Piramidasimon tindirgichlar temir betonli hovuzdan iborat bo'lib, u bir-biri bilan piramidasimon taglik bilan bog'lanuvchi alohida kameralarga bo'lingan. Taglikning qiyaligi 65-70°.

Taglikka teshikchalar qilingan bo'lib, ularga quyilgan mahsulotni chiqarib olish uchun kranli patrubkalar o'rnatilgan. Kameralarning o'lchami tindirgich binosi ustunining qadamiga teng qilib qabul qilinadi.

Bo'tana tindirgichning yuqori qismiga beriladi va kameradan ikkinchisiga quyiladi. Bo'tananing harakatlanish yo'nalishida uning tarkibidagi qattiq zarrachalar cho'kadi va ma'lum miqdorda yig'ilgandan keyin kran orqali tushirib olinib, quyiltirilgan mahsulot to'plagichga jo'natiladi.

Qisman tinitilgan suv oxirgi kameraning devoridan oqib tushadi. Tindirgich kameralari bo'tana bilan ketma-ket va parallel to'ldirilishi mumkin.

Quyiltirilgan mahsulotni piramidasimon tindirgichdan chiqarib olish faqat kranli patrubka orqali emas, balki diafragmali nasos yoki shlyuzli taminlagich orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Shlyuzli taminlagich aylanishlar soni tarmoqqa ulanadigan qarshilikka qarab, o'zgaradigan elektrodvigateldan harakatga keltiriladi. Quyiltirilayotgan mahsulotning zichligi kamayganda, kameraning tubiga joylashtirilgan po'kak cho'kadi va og'irlik kuchi yordamida

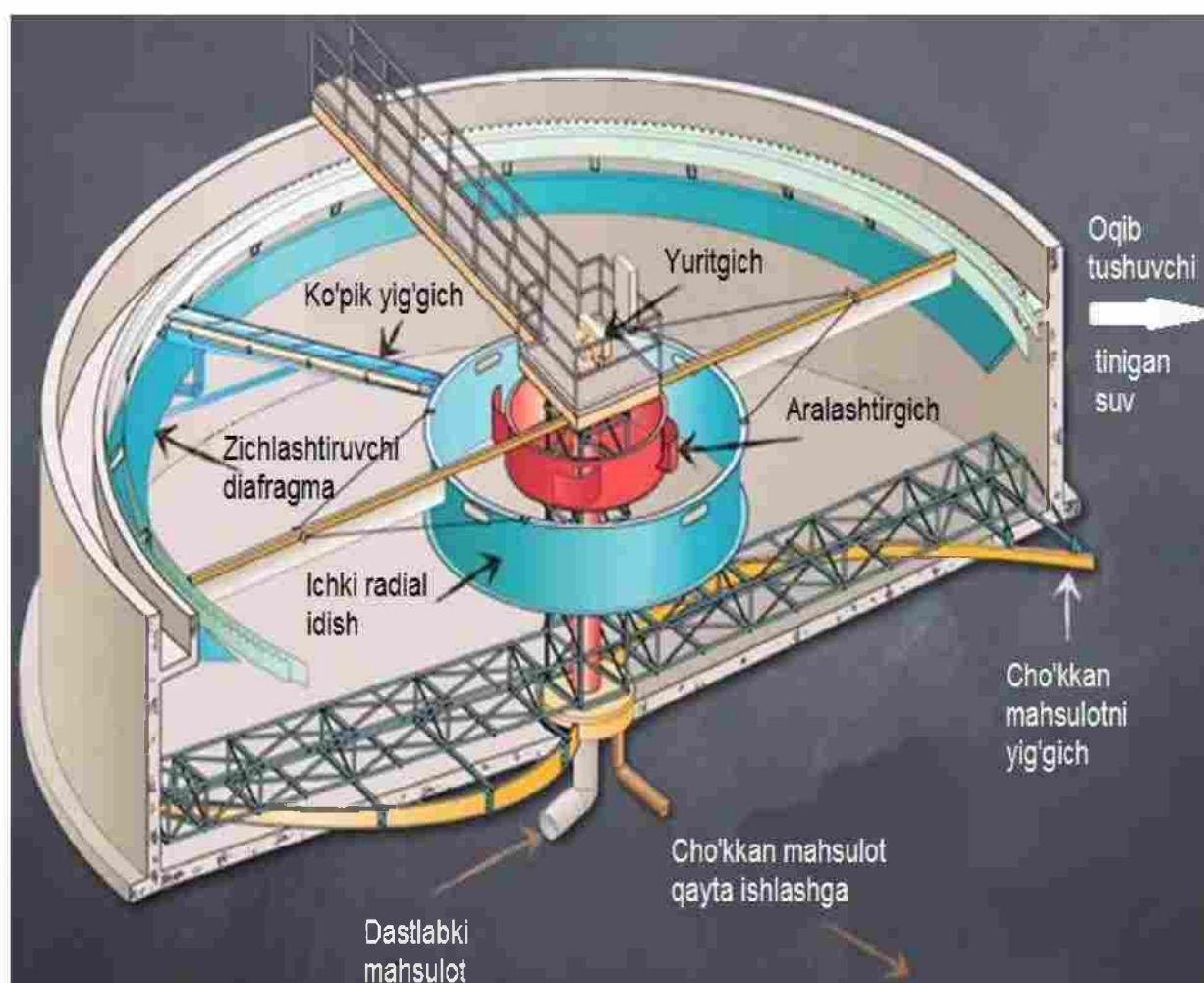
qo'shimcha qarshilik kiritadi, bu elektrodvigatelni aylanishlar sonini kamaytirishga va quyiltirilgan mahsulotni bo'shatish tezligini pasaytirishga olib keladi.

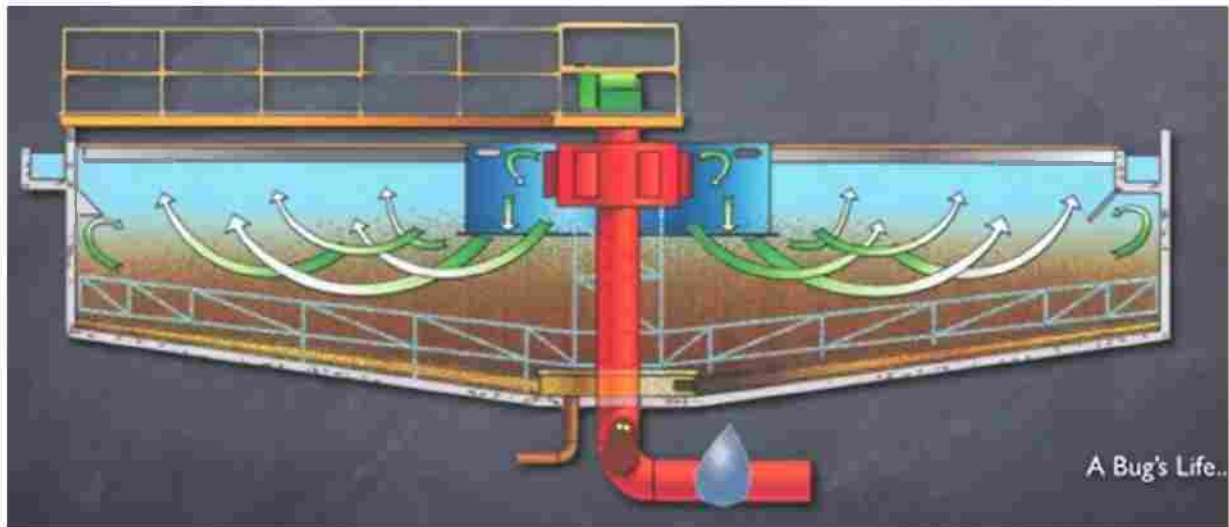
Quyiltirilgan mahsulot zichligini ortishi bilan po'kak qalqib chiqadi, tarmoqdagi qarshilik kamayadi, elektrodvigatel aylanishlar soni ortadi.

Silindrik quyiltirgichlarda quyiltirish

Silindrik quyiltirgichlar boyitish fabrikalarida keng qo'llaniladi, sababi barcha turdagi bo'tana va suspenziyalarni, shuningdek shlamli suvlarni tindirish uchun ishlatiladi.

Bir qavatli silindrik quyiltirgichlarni markaziy va periferik tashqi uzatmali turlari mavjud. Markaziy uzatmali quyiltirgichlar (149-rasm) odatda 50 m gacha, periferik uzatmali quyiltirgichlar esa 15 m dan kam bo'lmagan diametrga ega bo'ladi [30].





149-rasm. Markaziy uzatmali quyiltirgichning tuzilishi va ishlash tartibi.

Markaziy uzatmali quyiltirgich. Markaziy uzatmali silindrik quyiltirgichlar katta ochiq temir betonli yoki metall silindr shakldagi chandan iborat bo'lib, u chetki devordan markazga tomon $6-12^{\circ}$ qiyalikda tekis yoki biroz konussimon taglikka ega.

Chan markazining pastki tomonida quyiltirilgan mahsulot uchun bo'shatish voronkasi o'rnatilgan. Channing tubi bo'ylab vertikal valda kurakchalar o'rnatilgan eshkakli rama aylanadi, u quyiltirilgan mahsulotni markazga tomon kurab beradi. Odatda quyilgan mahsulotni quyiltirgichdan diafragmali nasos yordamida chiqarib olinadi. Bo'tana markaziy truba orqali taqsimlanadi.

Uning harakati yo'nalishida bo'tanadagi qattiq zarrachalarning cho'kishi va suvning tinishi sodir bo'lib, tingan suv quyiltirgichning devorlari bo'ylab xalqasimon tarnovchaga oqib tushadi. Tashqi uzatmali silindrik quyiltirgich, markaziy uzatmali quyiltirgichdan eshkakli ramaning tuzilishi bilan farq qiladi. U temir betonli chandan iborat bo'lib, ularda eshkakli rama pastki qismida eshkaklarni ko'tarib turuvchi radial ferma ko'rinishida tayyorlangan.

Fermaning bir uchi channing markazida joylashgan temir beton ustunga mahkamlangan, aylanuvchi podshipnikka tayanadi, ikkinchi uchi esa, aylanuvchi g'ildirak yoki g'altak orqali channing bortiga o'rnatilgan aylanma rels bo'ylab harakatlanadi.

Tayanch qalpoqdagi tuynuk orqali bo'tana changa beriladi. Quyiltirilgan mahsulot diagrammali nasos bilan ulangan channing markazida quvur orqali chiqarib olinadi. Tingan suv halqasimon tarnovchagacha oqib tushadi.

Sentrifugalash

Suspenziyadagi qattiq modda zarrachalarini markazdan qochma kuchlar ta'sirida ajratib olish jarayoni sentrifugalash deyiladi. Bu jarayon sentrifugalarda amalga oshiriladi.

Sentrifugalarning asosiy qismi (gorizontal) yotiq yoki tik (vertikal) o'qqa o'rnatilgan katta tezlikda aylanuvchi baraban bo'lib, u elektrik dvigatel yordamida aylanma harakatga keltiriladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziyadagi qattiq modda zarrachalari cho'kmaga tushib, suyuq fazadan ajraladi. Suyuq faza fugat deyiladi.

Ko'p jinsli aralashmalarni ajratish prinsipiga ko'ra sentrifugalarda ikki xil turga bo'linadi:

Filtrlovchi sentrifugalarda

Filtrlovchi sentrifugalarning barabani g'alvirsimon to'rdan iborat bo'lib, to'rning ichki yuzasi suzgich mato bilan qoplangan bo'ladi. Suspenziya barabanning ichiga beriladi. Suzuvchi sentrifugalarda suspenziya markazdan qochma kuch ta'sirida baraban devorlariga qarab otiladi, bunda qattiq zarrachalar mato yuzasida ushlanib qoladi, suyuq faza bu kuch ta'sirida cho'kma qatlami va suzgich to'siqdan o'tib, uzluksiz sentrifugadan chiqarilib turiladi.

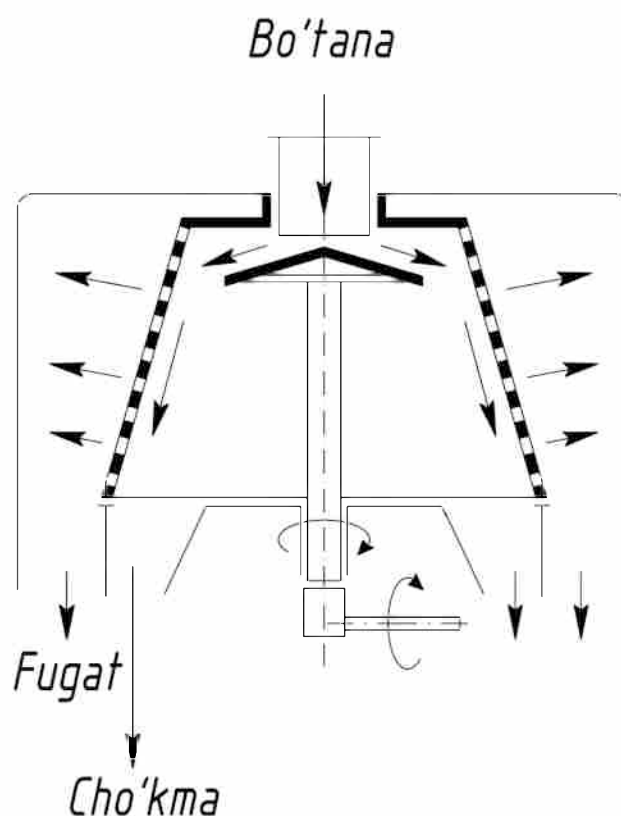
Cho'ktiruvchi sentrifugalarda baraban yaxlit temir plastinkalardan qilinadi. Bu sentrifugalarda bosimlar farqi markazdan qochma kuch ta'sirida hosil qilinadi. Barabanning aylanishi natija-

sida suspenziya baraban devorlari tomon harakat qiladi, zichligi katta bo'lgan qattiq zarrachalar baraban devori yaqinida, zichligi kamroq bo'lgan suyuq faza esa o'q atrofida to'planadi [2].

Ish maromiga ko'ra sentrifugalarda davriy va uzluksiz bo'ladi

Baraban o'qining o'rnatilishiga qarab, yotiq va tik sentrifugalarda bo'ladi. Davriy ishlaydigan sentrifugalarda cho'kma qo'l yordamida, og'irlik kuchi va pichoq bilan tushiriladi.

Uzluksiz ishlaydigan sentrifugalarda cho'kma shnek yordamida inersion va pulsatsion kuchlar ta'sirida tushiriladi.



150-rasm. Sentrifuga

Sentrifugalarning ish unumdorligi ajratish koeffitsientiga bog'liq bo'lib, ajratish koeffitsientining sentrifugalarda markazdan qochma kuchlar maydonida hosil bo'lgan kuchlanish bilan tavsiflanadi. Sentrifugada hosil bo'layotgan markazdan qochma kuchlar miqdorining og'irlik kuchi tezlanishdan necha marta ko'pligini ko'rsatuvchi kattalik ajratish koeffitsienti deyiladi.

10.5-§. Filtrlash. Filtrlashning asosiy prinsiplari

Filtrlashning nazariy asoslari. Filtrlash deb, mayda zarrachali bo'tana va suspenziyalar tarkibidagi qattiq zarrachalarni g'ovak to'siq orqali bosim ostida filtrlab, suvni ajratib olishga aytiladi.

Filtrlash natijasida to'siqda ushlanib qolgan mahsulot cho'kma, to'siqdan o'tgan suv filtrat deyiladi.

Filtrlash jarayonining boshlang'ich davrida suyuqlik faqat g'ovak to'siqdan o'tadi, keyinchalik to'siq, yuzasiga cho'kma o'tirgandan so'ng u cho'kma qatlamidan ham sizib o'tishi kerak.

Jarayon davomida cho'kma qatlami qalinlashib boradi: shunga mutanosib suyuqlikning sizib o'tishiga qarshiligi ortib boradi.

Cho'kma qalinligi ma'lum darajaga yetganda filtr yuzasiga bo'tana berish to'xtatiladi. Hosil bo'lgan cho'kma qatlami orqali havo o'tkazilib, u quritiladi. So'ngra filtr yuzasidan cho'kma olib tashlanadi va jarayon qaytariladi, hozirda filtr dastgohlarda filtr yuzasiga bo'tana berish, cho'kmani to'plash, uni quritish, ajratib olish kabi ishlar tartib bilan avtomatik bajariladi.

Olingan cho'kmaning tarkibida 10-20% gacha namlik bo'ladi. Namlikning miqdori zarrachalarning o'lchamiga, cho'kmaning tuzilishiga, filtrlashning turiga va boshqa omillarga bog'liq. Filtrlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kmalardagi zarrachalar bosim ortishi bilan deformatsiyaga uchrab, ularning o'lchami kichiklashadi. Siqilmaydigan cho'kmalarda filtrlash jarayoni osonroq o'tadi va cho'kmadagi namlik ancha kam bo'ladi.

Filtrlash jarayonining unumdorligi. Filtrlash jarayonining unumdorligi olinadigan suyuqlikning tozaligi, asosan filtr to'siqning xususiyatlariga bog'liq. Filtr to'siqlarning teshiklari katta va gidravlik qarshiliklari kichik bo'lishi zarur. Filtr to'siqlar sifatida mayda teshiklar to'rlar, turli gazlamalar, sochiluvchan ashyolar (qum, maydalangan ko'mir va h.k.), sopol buyumlar ishlatiladi. Filtr

mato sifatida paxta, yung va sun'iy tolalardan to'qilgan gazlamalar ishlatiladi.

Filtr to'siqlardan oldingi va keyingi bosimlar farqi yoki filtr matoda suyuqlik bosimini hosil qiluvchi markazdan qochma kuchlar filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi vazifasini bajaradi.

Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab filtrlash ikki guruhga bo'linadi:

-Bosimlar farqi ta'sirida filtrlash.

-Markazdan qochma kuchlar ta'sirida filtrlash (sentrifugalash)

Filtrlash jarayonining samaradorligi va filtrlash dastgohining ish unumi filtrlash tezligi bilan tavsiflanadi.

Filtrlash tezligi. Filtrlash tezligi vaqt birligi ichida filtrdan o'tgan suyuqlikning hajmini bildiradi.

Filtrlash tezligi bo'tana, cho'kma va suyuqlikning xossalariga, filtrlash maromiga va boshqa kattaliklarga bog'liq.

Suvning filtr mato va cho'kma qatlamidan sizib o'tishini cho'kmadagi kapillyarlardan o'tishiga o'xshatish mumkin. Kapillyar naychadan o'tayotgan suvning hajmi (m^3/s). Puazeil qonuniga binoan quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$V_K = \frac{\pi}{128} \frac{\Delta P d^4}{l \mu}; \quad (10.25)$$

bu yerda, P – bosimlar farqi, Pa; d - kapillyar diametri, mm; l - kapillyar uzunligi, mm; μ – suyuqlikning qovushqoqligi, Pa.s.

Suyuqlikning kapillyardan oqib chiqish tezligi:

$$W = \frac{V_K}{F} = \frac{4V_K}{\pi d^2} = \frac{\Delta \rho d^2}{32l\mu}; \quad (10.26)$$

bu yerda, $F = \frac{\pi d^2}{4}$; kapillyarning kesim yuzasi

$\frac{d^2}{32\iota} = \frac{1}{R}$; yoki $\frac{32\iota}{d^2} = R$ bo'lib, bu kapillyar devorlarning suv oqimiga ko'rsatayotgan qarshiligi, u holda,

$$W = \frac{\Delta\rho}{\mu R}; \quad (10.27)$$

Bo'tanani suzish jarayonida suyuqlik oqimiga cho'kma va filtr mato qarshilik ko'rsatadi, ya'ni:

$$R = r_0 h + P_0; \quad (10.28)$$

bu yerda: r_0 - cho'kmaning hajm birligidagi solishtirma qarshiligi:

h - cho'kma qalinligi; P_0 - filtr matoning solishtirma qarshiligi

Yuqoridagi formuladagi R ni qiymatiga (10.27) formuladagi qiymatini qo'ysak, ya'ni:

$$W = \frac{\Delta P}{\mu R} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)}; \quad (10.29)$$

ma'lumki

$$W = \frac{dV_K}{F dt}; \quad (10.30)$$

bu yerdan:

$$\frac{1}{F} \frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)};$$

va

$$\frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 h + P_0)}; \quad (10.31)$$

Cho'kma qatlamining qalinligi:

$$h = \frac{\alpha V_K}{dt}; a = V_i / V_c \quad (10.32)$$

bu yerda V_K – bir hajm suyuqlikdagi cho'kmaning hajmi, u holda quyidagi formuladagi h o'rniga qo'ysak:

$$\frac{dV_K}{dt} = \frac{\Delta P F^2}{\mu(r_0 \alpha V_K + P_0 F)}; \quad (10.33)$$

Yuqoridagi formulani ΔR bosim o'zgarmas holatida integrallasak:

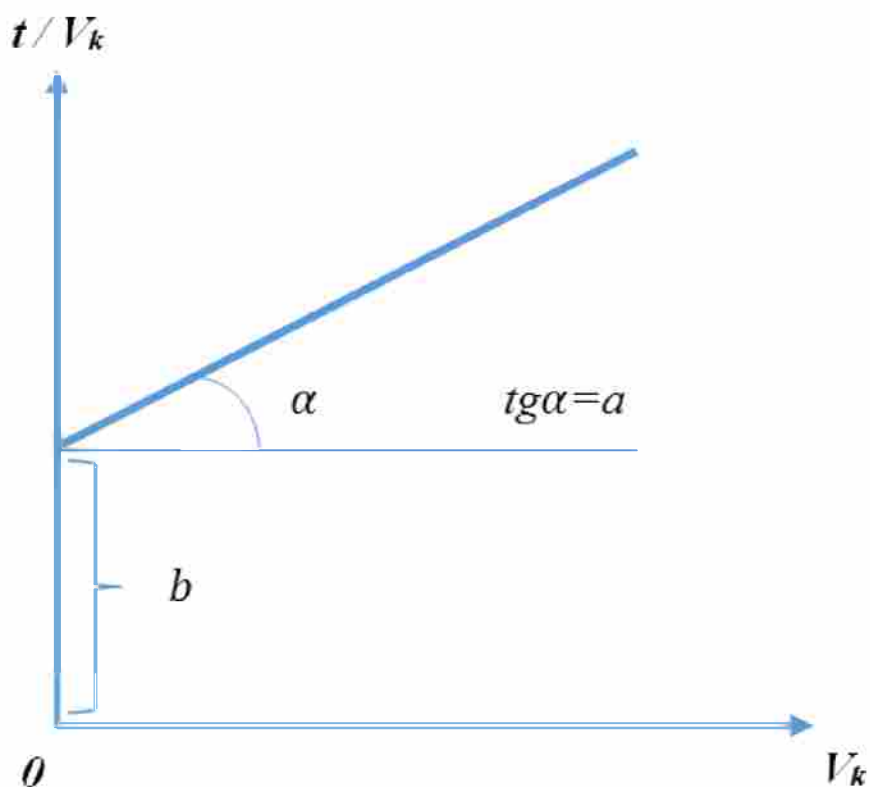
$$t = \frac{\mu r_0 \alpha}{2 \Delta P F^2} V_K + \frac{\mu P_0}{\Delta P F}; \quad (10.34)$$

$$\frac{t}{V_K} = f(V_K); \quad (10.35)$$

bo'lib,

$u = ax + v$ ko'rinishida to'g'ri chiziq tenglamasi

$\alpha = \frac{\mu r_0 \alpha}{2 \Delta P F^2}$; filtr egri chizig'ini og'ish burchagi tangensi
($tg\beta = \alpha$)



151-rasm. Filtrlash grafigi.

$b = \frac{\mu P_0}{\Delta PF}$ - ordinata o'qini kesib o'tish balandligi quyidagi grafik asosida a va b larning qiymatlari – tajriba yo'li bilan laboratoriya vakuum – filtr dastgohlarida aniqlanadi.

a va b larning qiymatlari topilgandan so'ng, solishtirma qarshilik r_0 va ρ_0 larni quyidagi formuladan topiladi.

$$r_0 = \frac{2\Delta PF^2 a}{\mu \alpha} \quad (10.36.)$$

$$\rho_0 = \frac{\Delta PF b}{\mu} \quad (10.37.)$$

10.6-§. Filtrlarsh uskunalari

Hozirgi vaqtda sanoatda ishlatilayotgan filtrlash dastgohlari-ning xilma-xil turlari bor. Ular texnologik maqsadlarga, bosimlar

farqini hosil qilish usuliga, filtr to'siqlarning turiga, boshqa xususiyatlariga qarab tasniflashi mumkin [2].

Barcha turdagi filtrlash dastgohlari filtrlash yuzasining harakatiga qarab ikki xil bo'ladi.

1. Harakatsiz filtrlash yuzasiga ega bo'lgan filtrlar, ramali va kamerali filtr presslar.

2. Harakatli filtrlash yuzasiga ega bo'lgan, filtrlar, diskli va tasmali filtrlar (barabanli vakuum filtrlar, diskli va lentali filtrlar). Bundan tashqari, filtrlar ishlash maromiga ko'ra davriy va uzluksiz ishlaydigan bo'ladi.

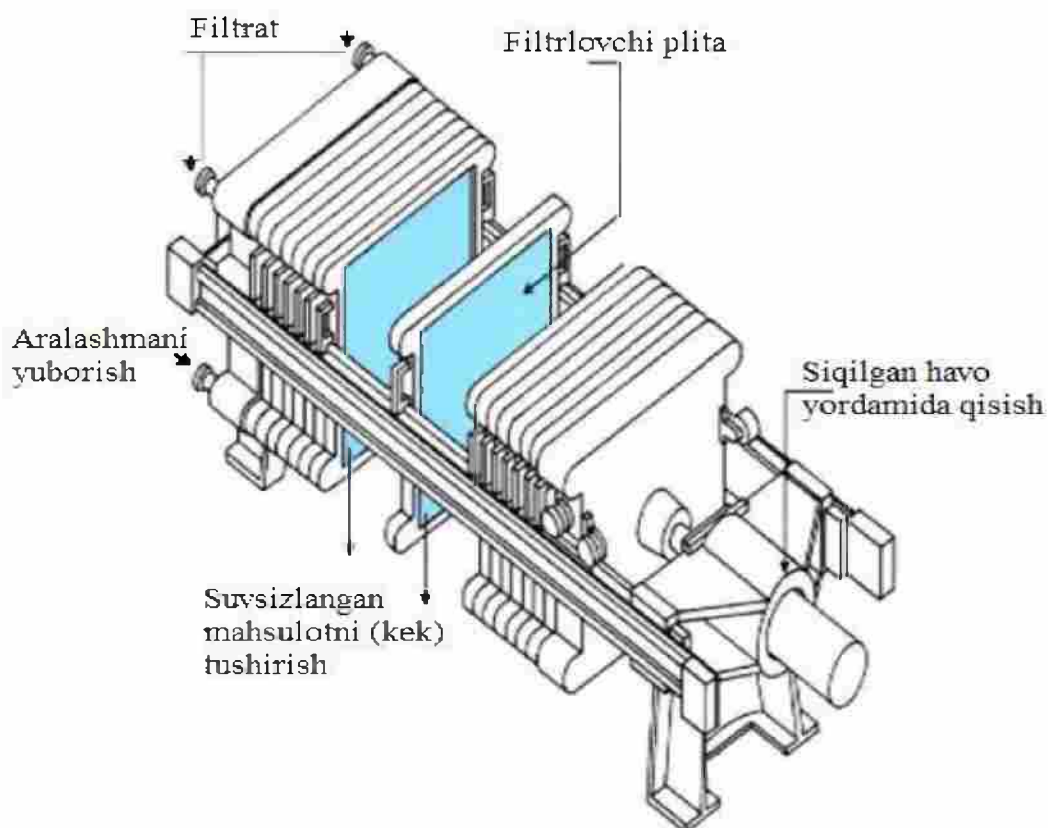
Harakatsiz filtrlash yuzasiga ega bo'lgan filtrlar. Press filtr – plita va ramalarining soni 22 tadan 42 tagacha bo'ladi. Ramalarning qalinligi 25 – 46 mm. Plita va ramalar yon tomondan ikkita parallel joylashgan sterjenga o'rnatiladi.

Har bir plitaga filtrlovchi gazlama kiydiriladi. Rama va plitalar gidravlik qurilma – plunjer hosil qilgan bosim yordamida siqiladi.

Suspenziya kanalcha orqali ramaning ichiga kirib, filtrlovchi materialdan o'tadi, so'ngra yuzasidagi ariqchalar orqali pastga tushadi.

Filtrlash plitaning pastki qismida joylashgan kanalcha orqali chiqib, umumiy tarnovga tushadi. Ramaning ikki qismi cho'kma bilan to'lganda, suspenziya berish to'xtatiladi. Shundan so'ng yuvish uchun suv beriladi, yuvish jarayoni tugagach, qo'zg'aluvchan plita chapga surilib, cho'kma tushiriladi. Shunday qilib, press-filtrning ish sikli quyidagi jarayonlardan iborat bo'ladi:

- ishga tayyorgarlik ko'rish;
- filtrlash;
- yuvish;
- filtrdan cho'kmani ajratib olish.



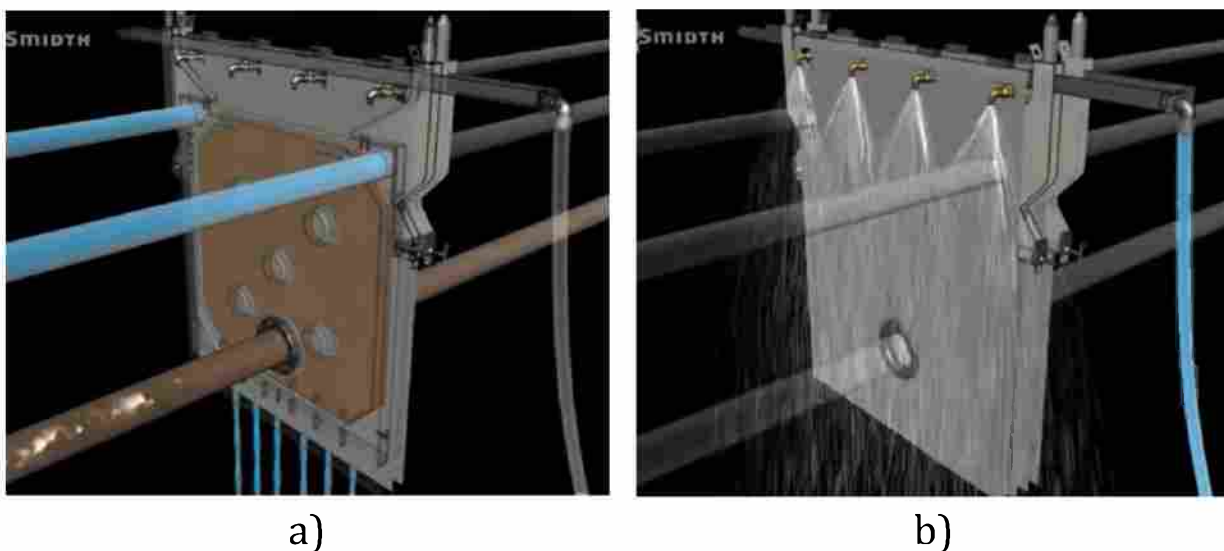
152-rasm. Press-filtrning umumiy ko‘rinishi

Bunday davriy ishlaydigan filtr jarayonlarni ishlatish og‘ir jismoniy qo‘l mehnatini talab qiladi, 30% vaqt yordamchi ishlarni bajarish uchun sarflanadi va bu filtratda ko‘p miqdorda gazlamalar sarf bo‘ladi.

Uzluksiz ishlaydigan filtrlash dastgohlari bu kamchiliklardan holidir. Bu dastgohlarda filtrlash, cho‘kmani quritish, yuvish, ajratib olish kabi jarayonlar bir vaqtning o‘zida olib boriladi. Bunday dastgohlarga vakuum ostida ishlaydigan barabanli, diskli, tasmali filtrlar kiradi.

Barabanli vakuum-filtrlar asosan, bo‘tanani suvsizlantirish maqsadida ishlatiladi.

Filtrning asosiy qismi diametri 3000 mm gacha, uzunligi 5400 mm bo‘lgan gorizontai barabandan iborat. Barabanli o‘qqa o‘rnatilgan podshipnik va elektr dvigatel orqali asta-sekin aylanma harakat qiladi. Barabanning 1/2 qismi suspenziyalı maxsus vannaga tushirilgan bo‘ladi.



153-rasm. Press – filtrning ishlash usuli

a – filtr ichiga mahsulotni yuborish va filtrlash jarayoni; b – filtrning plastinkalaridagi filtrmatoni yuvish jarayoni.

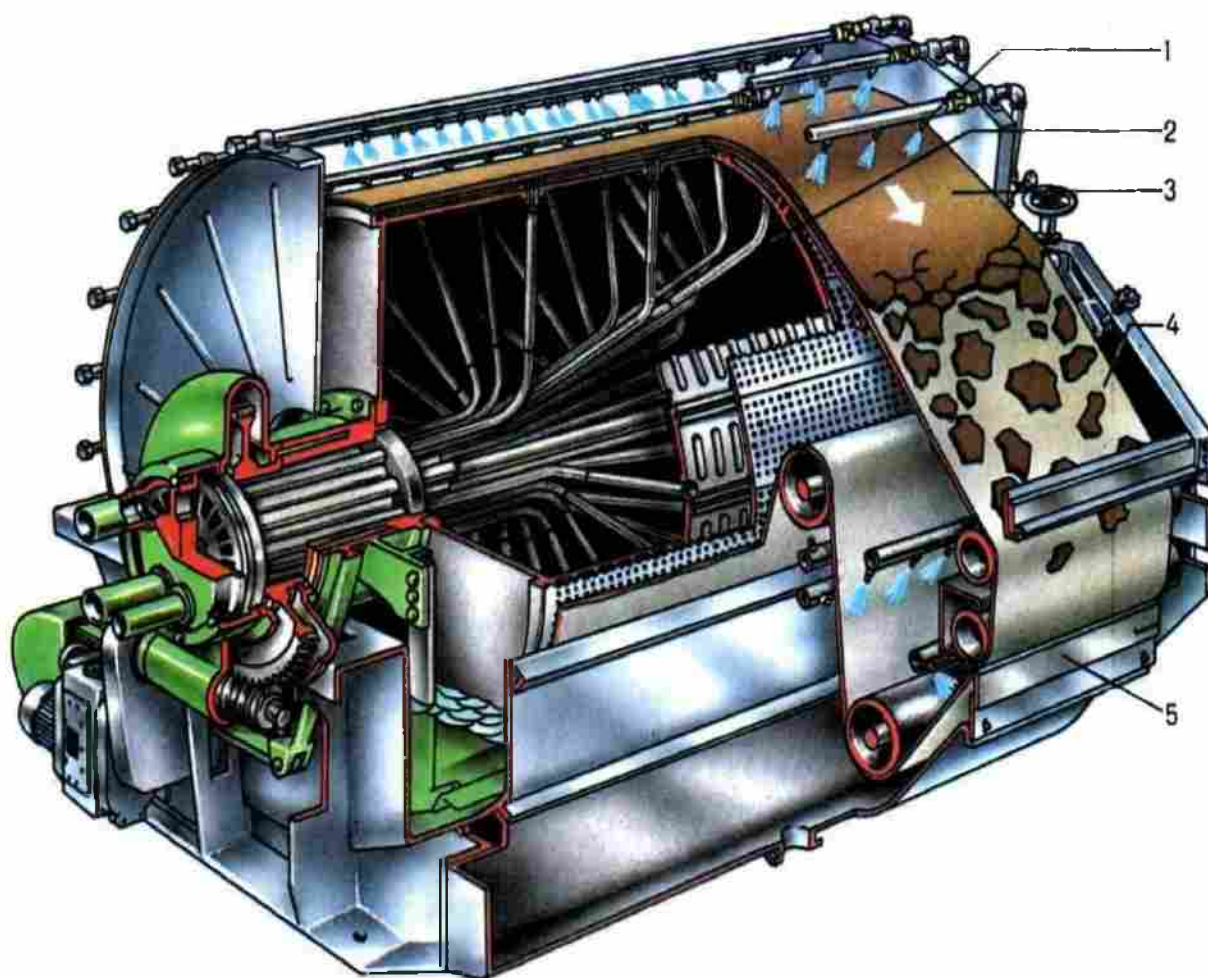
Vannada silkinib turuvchi aralashtirgich suspenziya tarkibining bir xil bo'lishligini ta'minlab, undagi qattiq zarrachalarning cho'kmaga tushishga yo'l qo'ymaydi. Baraban ikkita silindrdan tuzilgan. Tashqi silindr g'alvirsimon bo'lib, uning ustiga metalldan yasalgan sim to'r o'rnatilgan bo'ladi [2].

Sim to'rning ustiga filtr material qoplangan. Barabanning filtrlovchi to'siqlaridan filtrat vakuum ta'sirida so'rib olinadi. Filtrning ustki qismida suspenziyadagi qattiq zarrachalar cho'kma qatlamini hosil qiladi. Bu cho'kma pichoq yordamida barabanning ustki qismidan ajratib olinadi. Barabanning ichki qismi to'siqlar yordamida alohida sektorlarga ajratilgan. Sektorlarning soni 8; 12 va 32 ta bo'lishi mumkin. Kanallar o'z navbatida filtrlash jarayonining barcha sikllarini bevosita avtomatik tarzda boshqaruvchi maxsus qurilma - bosh taqsimlagich bilan biriktiriladi. Bosh taqsimlagichda ikkita disk bo'lib, biri aylanma harakat qiladi, ikkinchisi esa qo'zg'almas qilib biriktirilgan.

Aylanma diskda bir qancha teshiklar bo'lib, ular barabanning sektorlariga kanallar orqali trubalar bilan biriktiriladi. Qo'zg'almas

diskdagi teshiklar trubalar orqali vakuum nasos hamda filtratni ajratib oluvchi va yuvuvchi suyuqlik bilan cho'kmani ajratish hamda filtr to'qimalarini tozalash uchun siqilgan havo beruvchi qurilma bilan ulangan bo'ladi [6].

Aylanuvchi diskning har bir teshigi disk aylanganida birin-ketin qo'zg'almas diskning teshiklari bilan ulanadi. Shuning uchun baraban bir marta aylanma harakat qilganida filtrlash jarayonining barcha bosqichlari bajariladi. Masalan, aylanuvchi diskning teshigi qo'zg'almas diskning kattaroq bo'lagi teshigi 3 ga to'g'ri kelganda, baraban sektorlari vakuum nasos bilan ulanadi va filtrlangan suyuqlik maxsus idishga tushadi.



154-rasm. Barabanli vakuum-filtr.

1 – yuvuvchi suv; 2 – filtrat uchun quvur; 3 – kek (cho'kma); 4 – filtrimato; 5 – filtrimatoni yuritgich baraban.

Baraban aylanishi bilan qo'zg'aluvchan diskning teshiklari birin-ketin qo'zg'almas diskning teshiklariga to'g'ri kelganda, baraban sektorlarining yuvuvchi suyuqlik manbalari bilan ulanib, cho'kma yuviladi. Keyin esa qo'zg'aluvchan diskning teshiklari to'g'ri kelganda, baraban sektorlari siqilgan havo trubalari bilan ulanib, cho'kma quritiladi va filtr yuzasi odatda 5-40m² bo'ladi.

Bunday filtrlar og'irlik kuchi ta'sirida sekin cho'kuvchi bo'tana tarkibidagi qattiq zarrachalarni ajratish uchun ishlatiladi. Bu filtrlarning quyidagi kamchiliklari bor: filtrlash yuzasi katta bo'lgani uchun katta joyni egallaydi, dastgohning bahosi nisbatan qimmat turadi.

10.7-§. Quritish. Quritishning asosiy prinsiplari

Quritishning nazariy asoslari. Mahsulot tarkibidagi namlikni harorat ostida bug'latib yo'qotish jarayoni quritish jarayoni deb ataladi. Quritishda mahsulot tarkibidagi zarrachalar bilan mexanik va fizik-kimyoviy bog'langan namlik yo'qotiladi. Quritish jarayoni massa almashish jarayoniga taalluqli bo'ladi, chunki u issiqlik va namlikni mahsulot ichida harakatlanishi va ularning mahsulot yuzasidan atrof-muhitga uzatilishi bilan bog'liq.

Quritish jarayoni foydali qazilmalarni boyitib, tayyor mahsulot olishning oxirgi bosqichi hisoblanadi [2].

Nam materiallarni quritish jarayonini sanoatda katta ahamiyatga egadir. Quritilgan materiallarni transport vositasida tashish arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yaxshilanadi, dastgohlar va quvurlarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

Mis boyitmalarini kuydirish va eritishdan oldingi ruxsat etilgan namlik 5-7%, ko'mir boyitmalariga 7-8 %, nometall mahsulotlar tarkibidagi (talk, grafit, kaliyli tuzlar) namlik 1-2% va h.k. Bunday namlikka yuqorida ko'rib chiqilgan suvsizlantirish usullari (quyiltirish, filtrlash) orqali erishib bo'lmaydi va shuning uchun ular ko'p hollarda harorat ostida quritiladi.

Qurituvchi agent sifatida tutundan hosil bo'ladigan gazlar, qizdirilgan havo va qizdirilgan bug' ishlatilishi mumkin. Boyitish mahsulotlarini quritish uchun odatda yonilg'i yonishidan hosil bo'lgan tutunli gazlar ishlatiladi.

Issiqlik tashuvchi agentning quritilayotgan material bilan o'zaro ta'sirlashuv usuliga ko'ra quritishning quyidagi turlari mavjud:

1. Konvektiv quritish – nam material bilan qurituvchi agent to'g'ridan –to'g'ri o'zaro aralashadi;

2. Kontaktli quritish – issiqlik tashuvchi agent va nam material o'rtasida ularni ajratuvchi devor bo'ladi;

3. Radiatsiyali quritish – issiqlik infraqizil nurlar orqali tarqaladi.

4. Sublimatsiyali quritish – material muzlagan holda, yuqori vakuum ostida suvsizlantiriladi;

5. Dielektrik quritish – material yuqori chastotali tok maydonida quritiladi.

Boyitish fabrikalarida konvektiv quritish keng tarqalgan usullardan biridir.

Quritish, xalq xo'jaligining tarmoqlarida: qora va rangli metallurgiyada, kimyo, energetika, yengil va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

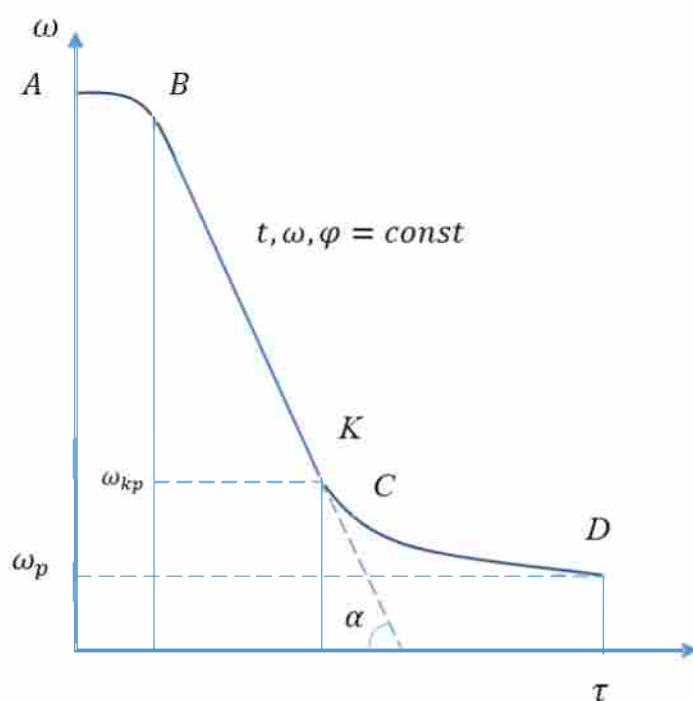
Quritish tezligi. Quritish tezligi ma'lum vaqt oralig'ida mahsulot tarkibidagi namlikning kamayishi bilan belgilanib, u mahsulot tarkibidagi namlikning bog'lanish shakliga bog'liq. Quritish tezligining o'zgarishi kritik egri chizig'i bilan xarakterlanadi va tajriba natijalari asosida tuziladi.

Material namligi W ning vaqt davomi τ da havo parametrlari o'zgarimas bo'lganda olingan grafik bog'liqligi quritish egri chizig'i deb yuritiladi.

Quritish egri chizig'i quritishning uchta davriga doir bir nechta maydonlardan tashkil topadi (155-rasm).

Boshlang'ich davr (AB maydon) mahsulotni qizdirishga ketadigan uncha katta bo'lmagan vaqtni tashkil qilib, bu vaqt oralig'ida namlik sezilarli darajada kamayadi, quritishning harorati va tezligi ma'lum miqdorgacha ortadi.

Birinchi davr (BC maydon) quritishning doimiy tezligi bilan xarakterlanadi, bunda mahsulotning namligi to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha tez kamayadi. (BC maydonda deyarli to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega). Bu davrda namlik mahsulotning ichki qatlamlaridan yuzaga chiqadi va bug'langan namlik o'rnini egallaydi. Birinchi davr kritik namlik W_{kr} deb ataluvchi namlikda tugaydi.



155-rasm. Quritish egri chizig'i.

Ikkinchi davr (CD maydon) quritish tezligining pasayishi bilan xarakterlanadi. Bu davrda namlikning mahsulot ichki qatlamlaridan yuzaga chiqishi, yuzaning namlik bilan to'yinishi uchun yetarli emas. Shuning uchun quritish tezligi kamayadi. Ikkinchi davrning oxirida quritish egri chizig'i muvozanatdagi W_p ga yaqinlashadi va bunda namlikning bug'lanishi to'xtaydi. Bu vaqtda mahsulotning harorati ko'tariladi va u atrofdagi gazning haroratiga

yaqinlashadi, mahsulotning bunday namligida quritish tezligi shu nuqtaga o'tkazilgan burchak tangensiga urinma tarzda ifodalanadi.

10.8-§. Quritishda ishlatiladigan dastgohlar

Sanoatda xilma-xil turdagi quritish uskunalari ishlatiladi. Quritgichlar bir-biridan turli belgilar bilan farq qiladi. Nam mahsulotga issiqlik berish usuliga ko'ra dastgohlar konvektiv, kontaktli va boshqa turdagi quritgichlarga bo'linadi. Issiqlik tashuvchi sifatida havo, gaz yoki bug' ishlatilishi mumkin. Quritish kamerasidagi bosimning qiymatiga ko'ra atmosferali va vakuumli quritgichlar bo'ladi. Konvektiv quritgichlarda mahsulot va qurituvchi reagent bir – biriga nisbatan (quruq) to'g'ri, qarama-qarshi yoxud perpendikulyar harakat qilishi kerak. Quritilishi lozim bo'lgan mahsulot donasimon, changga o'xshash yoki suyuq holatda bo'ladi. Jarayonni tashkil qilish bo'yicha davriy va uzluksiz ishlaydigan dastgohlar bo'ladi. Qurituvchi reagentning bosimini hosil qilish uchun tabiiy yoki majburiy sirkulyatsiya ishlatiladi. Quritish jarayonining har xil variantlaridan keng foydalaniladi: ishlatilgan qurituvchi reagentni dastgohdan chiqarib yuborish, qurituvchi reagentdan takror foydalanish, qurituvchi reagentni quritish kameralariga bo'lib berish, qurituvchi reagentni quritish kamerasida qo'shimcha ravishda qizdirish, o'zgaruvchan issiqlik maydonidan foydalanish (issiq havo va sovuq havoni mahsulot qatlamiga ketma-ket almashtirib berish) va hokazo. Boyitish mahsulotlarini quritish uchun turli xil quritgichlar ishlatiladi: barabanli, trubali quritgichlar, qaynar qatlamli quritgichlar.

Barabanli quritgichlar. Barabanli quritgichlar:

- to'g'ridan – to'g'ri issiq almashuvchi, ya'ni quritilayotgan mahsulot va issiq gazning bevosita to'qnashuvi (mahsulot bilan gazning bir yo'nalishida va qarama-qarshi yo'nalishida);

- bilvosita issiq almashuvchi, ya'ni issiqlik quritiluvchi mahsulotga metall devor (to'siq) orqali beriluvchi quritgichlarga bo'linadi [2, 30].

Boyitma va mineral xomashyoni quritish uchun birinchi turdagi quritgichlar ishlatiladi. Ikkinchi turdagi quritgichlar esa atrof-muhit ifloslanishini oldini olish uchun hamda quritilayotgan mahsulotning rangini o'zgartirish uchun ishlatiladi.

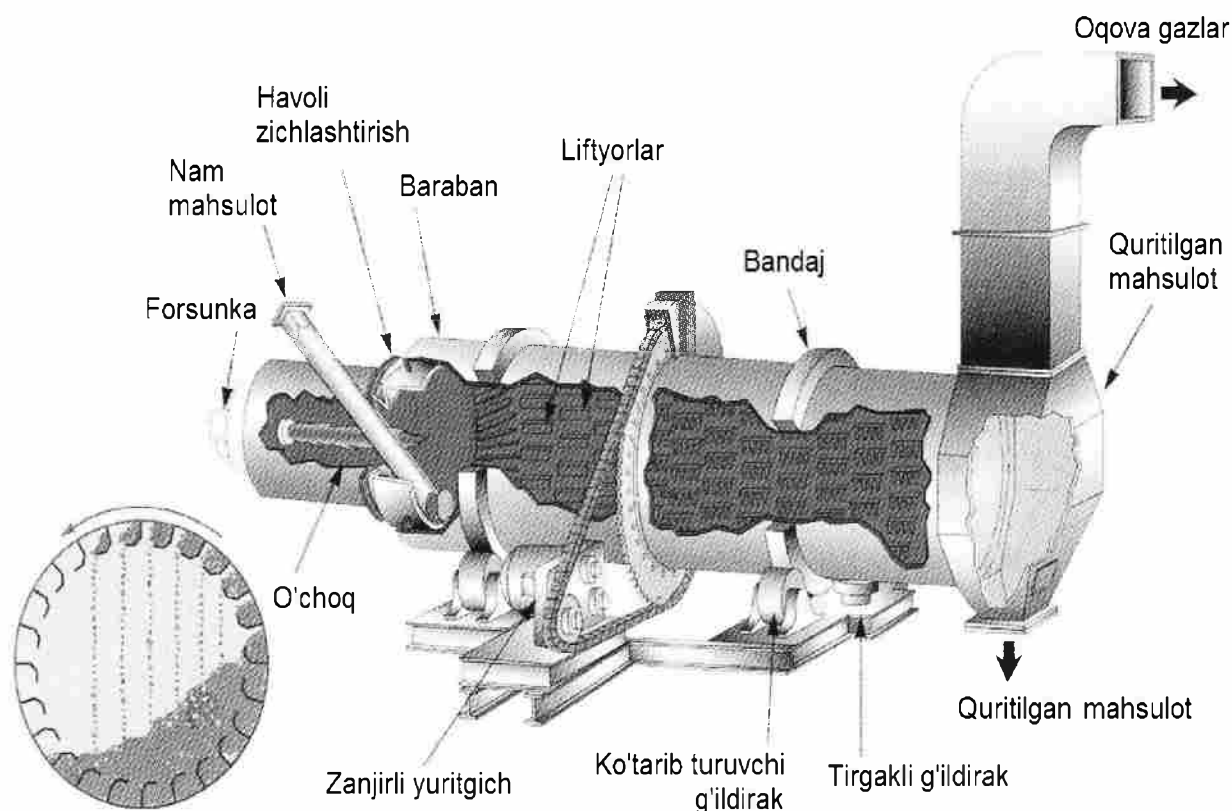
To'g'ridan - to'g'ri issiq almashuvchi barabanli quritgich 1-5° burchak ostida o'rnatilgan (mahsulot bo'shatish tomonga qarab) aylanuvchi barabandan iborat bo'lib, barabanga ikkita bandaj (kamar) va uzatmaning tishli halqasidan iborat. Baraban bandajlar orqali tayanch ramalariga o'rnatilgan erkin harakatlanuvchi roliklarga tayanadi, barabanning bir uchi o'txona va mahsulotni beruvchi moslama bilan tutashsa, ikkinchi uchi quritilgan mahsulotni tushirib oluvchi kamera bilan tutashgan. Barabanli quritgichlar 1-2,2 m diametr va 4-16 m uzunlikda; 2,5-3,5 m diametr va 14-27 m uzunlikda tayyorlanadi. Issiqlik yo'qolishining oldini olish uchun barabanning tashqi yuzasi po'lat bilan qoplanadi. Bunda tashqari, devorning harorati 40° dan oshmasligi kerak [2].

21-jadval.

Boyitish mahsulotlarini quritish dastgohlarining asosiy turlari va tuzilishi

Quritgich turi	Quritish usulida	Quritish konstruksiyasi	Quritishda mahsulotni qo'llanish sinfi
Gazli isitish	Konvektiv	Barabanli	Quritiladigan mahsulotni har xil yirikligi (50-300 mm gacha)
		Trubali quritgich	Mayda mahsulotlarni sinfli quritish(<25 mm)
		Qaynar qatlamli quritgichlar	Mayda sinfli mahsulotlarni quritish (6- 10 mm gacha, bazan 50 mm li mahsulotlarni quritishda)

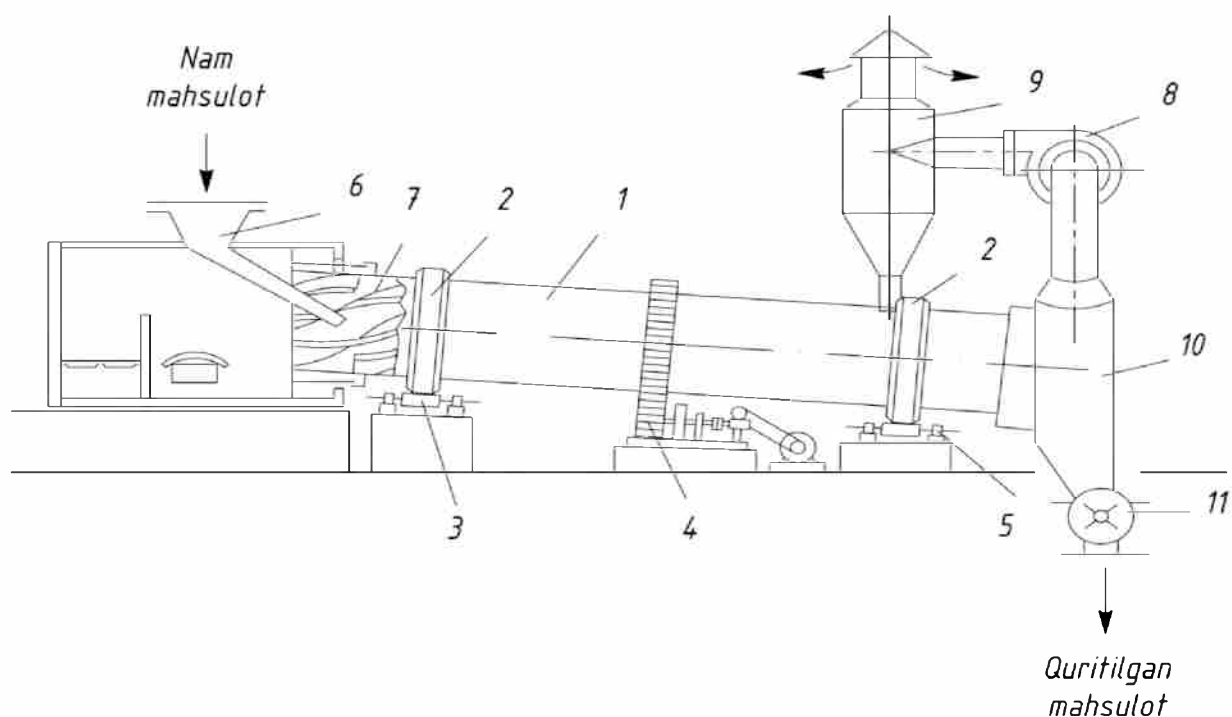
Bug'li isitish	Kontaktli - konvektiv	Truba barabanli	Mayda mahsulot uchun (< 6 mkm)
	Kontaktli	Tarelkali	Mayda mahsulot uchun (< 6 mkm)



156-rasm. Pog'onali turdagi barabanli quritgich.

Mahsulot bunkerdan (6) ta'minlagich orqali quritgichning silindrsimon barabaniga (1) tushadi baraban bandaj (2) lar va tayanch roliklari (3,5) yordamida ushlab turiladi va uzatkich (4) orqali harakatga keltiriladi (157-rasm).

Baraban aylanishi natijasida nam mahsulot ta'minlagich orqali vintli qabul qiluvchi nasadka (7) ga beriladi, bu yerda mahsulot aralashtirish ta'sirida biroz quriydi. So'ngra mahsulot barabanning ichki qismiga o'tadi. Nasadkalar barabanning kesimi bo'yicha mahsulotni bir me'yorda tarqatish va aralashtirishni ta'minlaydi. Bunday sharoitda mahsulot bilan qurituvchi reagentning o'zaro ta'siri samarali bo'ladi.



157-rasm. Barabanli quritgich.

Baraban ichidagi mahsulotning o'ta qizib ketish darajasini kamaytirish uchun, mahsulot va qurituvchi reagent (tutunli gazlar) bir-biriga nisbatan to'g'ri yo'nalishda bo'ladi, chunki bunday sharoitda yuqori haroratli issiq gazlar katta namlikka ega bo'lgan mahsulot bilan to'qnashadi. Mayda zarrachalarning gazlar bilan ketib qolishini kamaytirish maqsadida barabandan so'rib olinayotgan gazlarning tezligini ventilator (8) yordamida ushlab turiladi. Ishlatilgan gazlar atmosferaga chiqarilishidan oldin mayda changlardan siklon (9) da tozalanadi. Quritilgan mahsulot barabandan tushirib oluvchi kamera (10) orqali tushiruvchi qurilma (11) dan chiqariladi. Baraban uzatgich (4) orqali harakatga keltiriladi. Quritish uchun kerak bo'ladigan gaz-havoli aralashma o'txonada yonilg'i yonishidan hosil bo'ladi. Bu turdagi barabanli quritgichlar misli, ruxli, magnetitli, piritli va h.k. rudali konsentratlar va nometali mahsulotlarni quritishda ishlatiladi. Qurituvchi gazlarning barabanga kirishdagi harorati 600-1100°C, barabandan chiqishdagi harorati 100-200°C.

Barabanli quritgichlarni ishlab chiqish quvvati baraban uzunligiga, uning diametriga va quritish vaqtiga bog'liq. Quritilgan mahsulotning oxirgi namligi, unga qo'yiladigan talablar asosida belgilanib 4-8% atrofida bo'ladi.

Baraban hajmining to'ldirish darajasi 10-12%, mahsulotning barabanda bo'lish vaqti 7-15 min.

Truba – quritgich

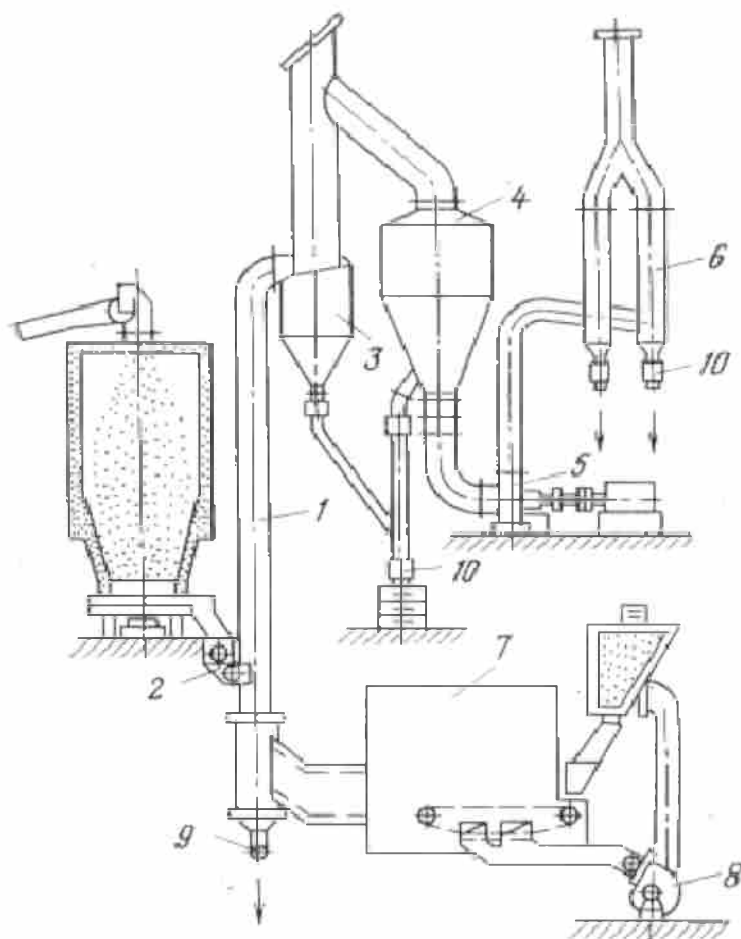
Truba-quritgichlar (158-rasm) ko'mir boyitish fabrikalarida o'lchami 13-15 m dan katta bo'lmagan boyitmalarni quritishda keng ishlatiladi. Ularning boshqa foydali qazilmalarni boyitishda olingan mayda konsentratlarni quritishda ham ishlatish mumkin.

O'txona vertikal truba bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan, o'txonada yonilg'i yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar trubaga tushadi. Ventilator yordamida trubada yuqori harakatlanuvchi gaz oqimi hosil qilinadi va bu gaz oqimining tezligi quritilayotgan mahsulotni eng yirik bo'laklarini ham yuqoriga olib chiqib ketishi uchun yetarli bo'lishi kerak.

Dastlabki mahsulot ta'minlagich orqali trubaning pastki qismiga beriladi va issiq gazlarning yuqoriga ko'tariluvchi oqimi bilan o'rab olinadi va bu oqim bilan yuqoriga harakatlanadi. Mahsulot va issiq gazning to'qnashishi natijasida mahsulot qiziydi va uning tarkibidagi namlik bug'lanadi. Unda quritilgan mahsulotlarning asosiy qismi ajraladi, ishlatib bo'lingan suv bug'lari tozalanadi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Mahsulotning bir-biriga yopishib qolgan yirik bo'laklarini gaz oqimi yuqoriga ko'tarib chiqa olmaydi va ular pastga tushib, quritgichdan chiqarib olinadi.

Truba – quritgichlarning diametri 650 – 1200 mm gacha, uzunligi 14-35 m gacha. Bu turdagi quritgichlarning kamchiligi mahsulotning truba devorlariga yopishib qolish natijasida uni tozalab turilishidadir.



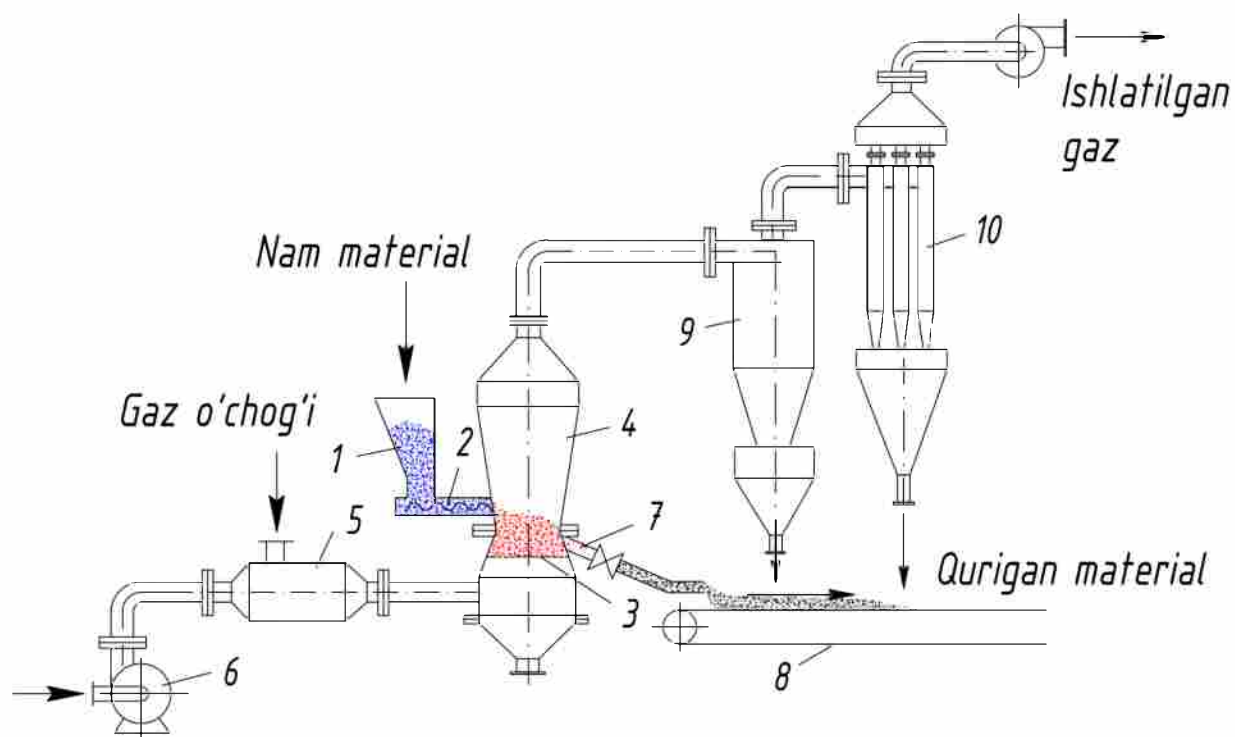
158-rasm. Truba quritgich.

1 – trubali quritgich; 2 – uloqtiruvchi ta'minlagich; 3 – siklon; 4 – batareyali chang ushlagich; 5 – havo so'rgich; 6 – skrubber; 7 – yoqilg'i yonadigan joy; 8 – ventilator; 9 – to'siq; 10 – yuklovchi qurilma.

Qaynar qatlamli quritgich. Jarayon qaynar qatlamida olib borilganda qattiq mahsulot zarrachalari va qurituvchi agent o'rtasida kontakt yuzasi ko'payadi, namlikning mahsulotdan bug'lanib chiqish tezligi ortadi, quritish vaqti esa ancha qisqaradi. Hozirgi vaqtda qaynar qatlamli quritgichlar keng qo'llanilmoqda.

Nam material bunker (1) dan ta'minlagich (2) orqali quritish kamerasiga beriladi. Kameraning pastki qismida tarqatuvchi to'r (3) joylashtirilgan. Havo ventilyator (6) orqali aralashtirish kamerasiga beriladi va bu yerda issiq tutunli gazlar bilan

aralashtiriladi. Qurituvchi reagent (issiq havo yoki havoning tutunli gazlar bilan aralashmasi) ma’lum tezlik bilan to’rning pastidan beriladi. Havo oqimi ta’sirida mineral zarrachalar qaynar holatga keltiriladi. Quritilgan mahsulot to’rdan bir oz tepada joylashgan shtuser (7) orqali tashqariga chiqariladi va transportyor (8) ga tushadi. Ishlatilgan gazlar siklon (9) va batareyali (10) chang ushlagichda tozalanadi (159-rasm).



159-rasm. Bir kamerali mavhum qaynar qatlamli quritgich.

Silindrsimon korpusli quritgichlarda ba’zan quritish jarayoni bir me’yorda bormaydi, chunki qatlamda jadallashtirish mavjud bo’lganligi sababli ayrim zarrachalarning dastgohda bo’lish vaqti o’rtacha qiymatdan ancha farq qiladi. Shu sababli, o’zgaruvchan kesimli (m: konussimon) quritgichlardan foydalaniladi. Bunday konussimon dastgohning pastki qismida gazning harakatlanish tezligi eng katta zarrachaning cho’kish tezligidan katta, tepa qismida esa eng kichik zarrachaning cho’kish tezligidan kam bo’ladi.

Bunday holatda qattiq zarrachalarning nisbatan tartibli sirkulyatsiyasi mavjud bo'lib, zarrachalar dastgohning markaziy qismida ko'tariladi, uning chekka qismlarida esa pastga qarab tushadi. Natijada mahsulot bir me'yorda isiydi.

10.9-§. Changsizlantirish jarayonining nazariy asoslari

Changsizlantirish deb qattiq zarrachali changlarni ventilyator yordamida so'rib ushlab jarayoniga aytiladi. Chang deb o'z tarkibida qattiq moddaning mayda zarrachalarini tutgan gaz sistemalariga aytiladi, chang odatda qattiq moddalarni mexanik usullar bilan maydalash, yanchish va bir joydan ikkinchi joyga uzatish vaqtida hosil bo'ladi. Sanoat changlarining o'lchami 0,001 dan 0,1 gacha bo'ladi [30].

Tutunlar tarkibida o'lchami 0,3 – 5 mkm ga teng bo'lgan qattiq modda zarrachalari bo'ladi. Tutunlar bug' yoki gazlarning suyuq yoki qattiq holatiga, kondensatsiyalanish jarayoni orqali o'tishdan hosil bo'ladi. Bundan tashqari tutunlar qattiq yoqilg'ilarning yonishi paytida hosil bo'ladi. Chang tutun, tumanlar, aerodispers sistemalar yoki aerozollar deb yuritiladi.

Boyitish fabrikalari bo'limlarida asosan tayyorlash jarayonida texnologik changlar paydo bo'ladi, ular asosan shu qazilma boyliklarining juda kichik zarrachalari hisoblanib, havoda muallaq harakatlanadi.

Texnologik changlar. Changlar birlamchi va ikkilamchi changlarga bo'linadi. Birlamchi chang bu texnologik va transport dastgohlarida ish vaqtida ajraladigan chang bo'lsa, ikkilamchi changlar bo'lsa, dastgohlarda o'tirib qolgan changlardir. Ko'pchilik fabrikalarda, ayniqsa quruq usulda boyitish fabrikalarida foydali qazilmalarni qayta ishlashning hamma jarayonlari katta miqdorda chang ajralishi bilan olib boriladi. Ishlab chiqarish korxonalarida changlar asosan derazalarda, pollarda, metall konstruksiyalarda va dastgohlarda o'tirib qoladi. Bu esa dastgohlarning xizmat ko'rsa-

tish muddati qisqarishiga hamda moylarning ko'p miqdorda sarflanishiga olib keladi, bundan tashqari derazaga o'tirgan changlar ishchi o'rinlarga tushayotgan yorug'likni to'sadi [30]. Ba'zi mayda dispers zarrachalarda tashkil topgan changlarni havo bilan aralashishi natijasida portlovchi aralashma hosil bo'lishi mumkin. Uning hosil bo'lishi shu aralashmadagi changlarning konsentratsiyasiga, chang zarrachalarining yirikligiga havodagi kislorodning miqdoriga va boshqa omillarga bog'liq. Shuningdek yirikligi 0,07 – 0,1 mm changli havo portlashdan xavfli hisoblanadi. Masalan: bunday yiriklikdagi toshko'mirning havo bilan aralashmasida changning miqdori 35 – 500 gr/m³ bo'lganda portlashga moyilligi yuqori bo'ladi va harorati 700 – 750 °C bo'lganda ham portlash hodisasi yuz berishi mumkin.

Changlarning konsentratsiyasiga qo'yiladigan me'yor. Quyidagi jadvalda ayrim foydali qazilmalarni portlashdan xavfsiz bo'lgan konsentratsiyasi miqdori keltirilgan.

22-jadval

Chang va havo aralashmasidagi mahsulotni portlash xavfidagi changlarning konsentratsiyasiga qo'yiladigan me'yor

Chang hosil qiluvchi materiallar	Materialdagi erkin kremniy oksidining miqdori, (SiO ₂)%	Havodagi chang miqdorining konsentratsiyasiga qo'yiladigan meyor, %
Tog' jinsi	>70	1
Tog' jinsi	10-70	2
Silikatlar	>10	4
Barit, apatit, fosforit	<10	6
Suniy abrazivlar	0	5
Sement	0	6
Ko'mir	>10	2
Ko'mir	<10	4
Koks, ohak	1,7- 4,5	6

Changlar granulometrik tarkibiga ko'ra: yirik, mayda, mayin, juda mayin changlarga bo'linadi.

1. Yirik changlar: o'lchami 100-500mkm;
2. Mayda changlar: o'lchami 10- 100 mkm;
3. Mayin changlar: o'lchami 0,1-10mkm;
4. O'ta mayin changlar: <0,1mkm.

Havodagi changlar yirikligiga qarab quyidagi usullarda tutiladi:

1. Gravitatsion kuch ta'sirida;
2. Markazdan qochma kuch ta'sirida;
3. Changlarni namlantirib cho'ktirish;
4. Changlarni g'ovak to'siqlarda tutish;
5. Changlarni turli qutbli elektr maydonida tutish.

Mayda chang zarrachalarini unga nisbatan yiriklaridan ajratishning ikki xil usuli mavjud:

- 1) quruq usulda (havo yordamida);
- 2) ho'l usulda (suv yordamida).

Foydali qazilmalar tarkibidagi changning miqdori asosan shu foydali qazilmaning xususiyatlariga, qazib olish, qayta ishlash va tashish usullariga bog'liq. Rangli metalli rudalar mustahkam bo'lganligi uchun unda chang kam bo'ladi, tarkibida temir bo'lgan, magnetitli va gematitli rudalarda chang miqdori biroz ko'proq bo'ladi. Ko'mirda esa chang miqdori sezilarli darajada, yani 20% va undan yuqori ham bo'lishi mumkin.

Quruq va ho'l usuldagi changlarni tozalash. Quruq usulda changlarni tozalash asosan chang tozalash klassifikatorlarida olib boriladi, bunday chang havo oqimi orqali harakatga keltiriladi va ishlash usuliga qarab turli dastgohlarda amalga oshiriladi. Quruq usulda changsizlantirish dastgohlarining quyidagi turlari mavjud: markazdan qochma kuch ishlatiluvchi, kamerali, jalyuzli, rolikli, tebranma va boshqalar. Ular ichida sanoatda keng qo'llaniladigani, markazdan qochma kuch ta'siridagi dastgohlardir.

Ho‘l usuldagi changlarni tozalash g‘alvirlarda, gidrosiklon va turli xildagi ho‘l klassifikatorlarda amalga oshiriladi [3].

Changsizlantirish jarayonining nazariy asoslari. Amaliyotda chang ajratishning ikki holati kuzatiladi: – ko‘mirli changlarni ajratishdagi zarrachani chegarasi $d_{gr} = 0,5 \text{ mm}$; – kon – metallurgiya sanoatida, changsizlantirishni yirikligi $< 0,1 \text{ mm}$.

0,1 mm dan kichik yiriklikdagi o‘lchamli zarrachalarning oxirgi tushish tezligi Stoks formulasidan aniqlanadi:

$$V_{\kappa} = \frac{g}{18} d^2 \frac{\delta - \Delta}{\mu}; \quad (10.38)$$

Zarrachalarning suvda tushish tezligi (m/s) (zichligi $\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$ va $\mu = 0,001 \text{ Hc/M}^2$) quyidagi formuladan topiladi:

$$V_{\kappa} = 545 d^2 (\delta - 1000) \quad (10.39)$$

Zarrachalarning havoda tushish tezligi (zichligi $\Delta = 1,23 \text{ kg/m}^3$ va $\mu = 0,001 \text{ Ns/m}^2$) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V_{\kappa} = 230278 d^2 (\delta - 1.23) \quad (10.40)$$

0,12-0,85 mm yiriklikdagi zarrachalar uchun tushish tezligini (m/s) Allen qonuni asosida emperik formulalar orqali aniqlanadi:

Zarrachalarning suvda tushish tezligi

$$V_{\kappa} = 1,146 \sqrt[3]{(\delta - 1000)^2 d} \quad (10.41)$$

Zarrachalarning havoda tushish tezligi

$$V_{\kappa} = 40,6 \sqrt[3]{(\delta - 1,23)^2 d} \quad (10.42)$$

Siqilib tushish tezligi (m/s) 0,1-12,5 mm li yiriklikdagi zarrachalarning tushishi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$V_{cm} = V_{\kappa} \theta^2 \quad (10.43)$$

bu yerda:

V_{κ} – oxirgi tushish tezligi m/s;

δ - zarrachalarning zichligi, kg/m³;

d - zarrachalarning diametri, m;

θ - g'ovak muhitning ajralishi;

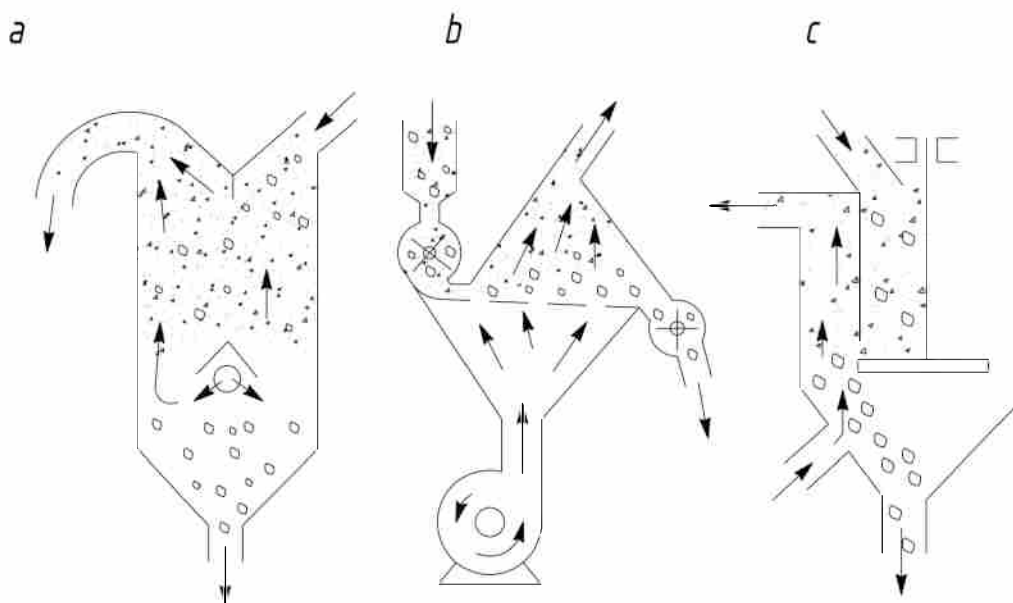
Dastgohlarda harakatlanayotgan chang – havo zarrachalari aralashmasi vertikal va gorizontal oqimda sinflarga ajraladi (160-rasm). Shu nuqtai nazardan, bu jarayonning texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadigan asosiy omillar dastlabki materialning hajmi va dastgohning ishchi yuzasi bilan belgilanadi. Quyidagi formula ko'rinishida bo'ladi:

$$V = v_g F_{\kappa}; \quad (10.44)$$

bu yerdan

$$F_{\kappa} = \frac{V}{v} \quad (10.45)$$

Changlarni tutuvchi dastgohlarning ishini xarakterlovchi kattalik, ularning chang tutishi foydali ish koeffitsienti orqali belgilanadi.



160-rasm. Changsizlantirish sxemasi.

Changlarning ajralish darajasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{\beta(\alpha + \theta)(\beta - \alpha)(100 - \theta)}{\alpha(100 - \alpha)(\beta - \theta)^2} 100\%; \quad (10.46)$$

α - havo-chang aralashmasidagi chang miqdori;

β - mahsulot tarkibidagi chang miqdori;

θ - tozalangan mahsulotdagi changning miqdori.

10.10-§. Changsizlantirishda ishlatiladigan dastgohlar

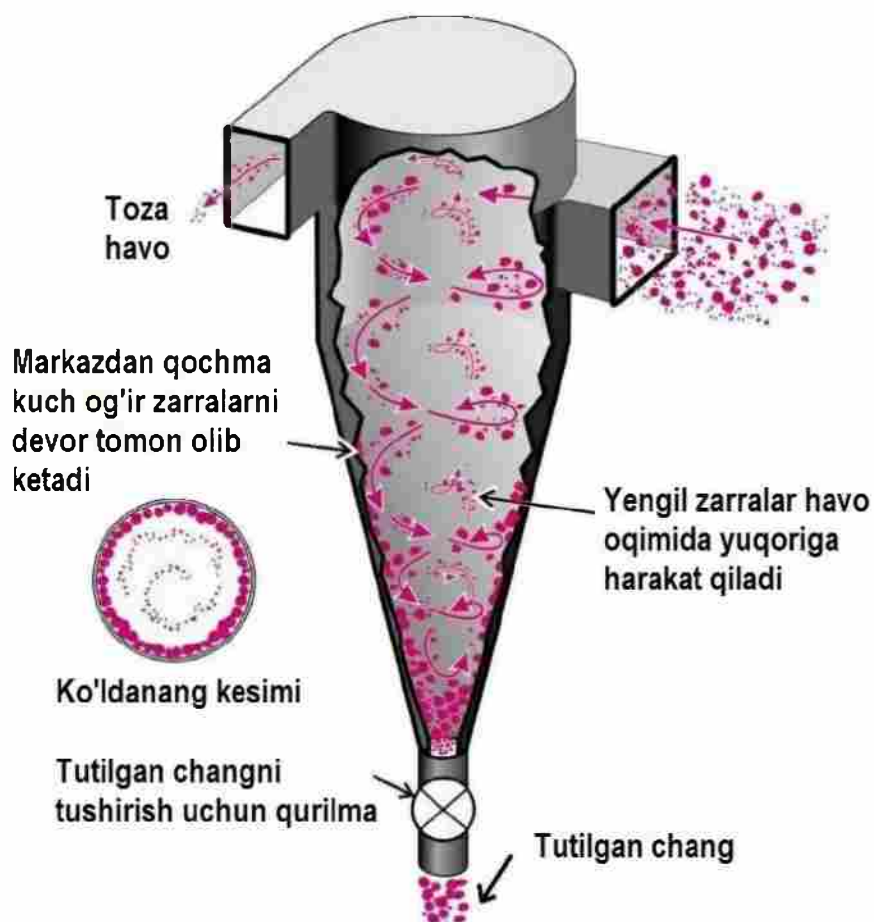
Changlarni tozalashda asosan siklonlar, skrubberlar, elektrofiltrlar ishlatiladi.

Changli gaz aralashmalarini tozalash uchun siklonlar keng qo'llaniladi. Siklon silindrik va konussimon qismlardan iborat (161-rasm.). Dastgohda tozalangan gaz chiqadigan va chang tushadigan patrulkalar bor. Changli gaz siklonga tangensial

yoʻnalishda 25 m/s tezlikda kiradi. Soʻngra pastga spiralsimon aylanma harakat bilan yoʻnaladi, natijada markazdan qochma kuch hosil boʻladi. Bu kuch taʼsirida gaz oqimidagi qattiq zarrachalar siklonning ichki devori tomon harakat qiladi, soʻngra devorga urilib, oʻz kinetik energiyasini yoʻqotadi va ogʻirlik kuchi taʼsirida pastga tushadi [2, 30].

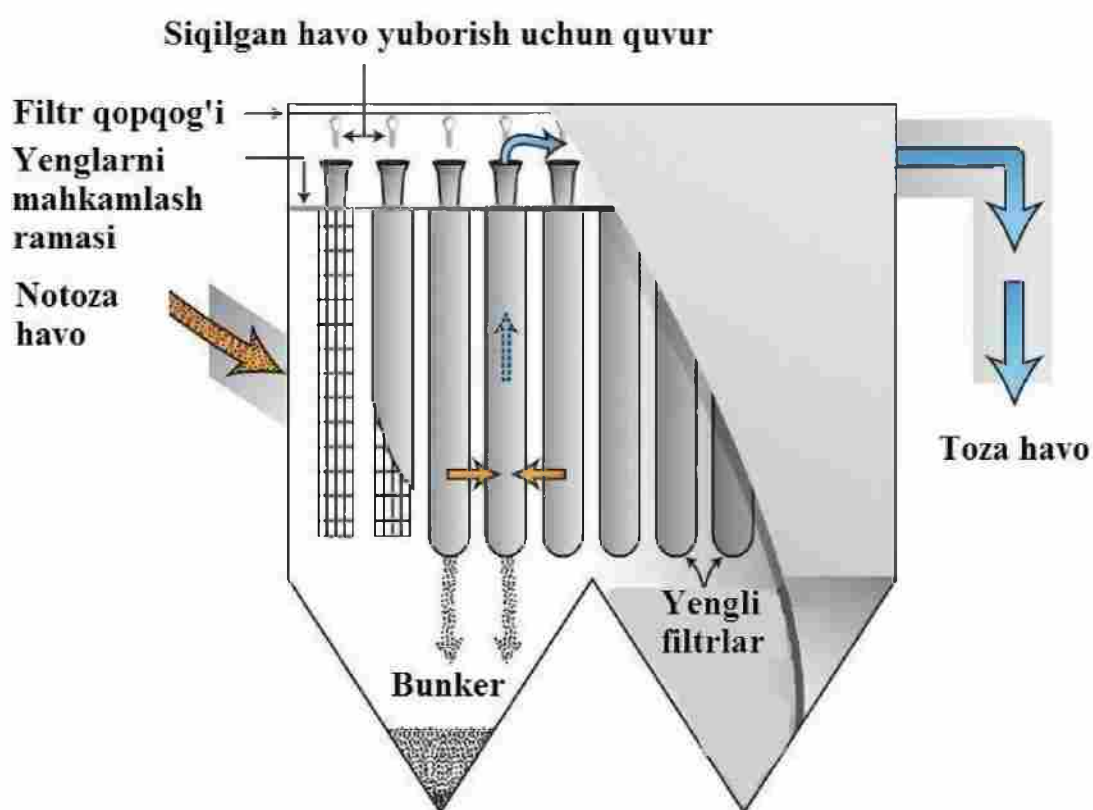
Siklonning pastki konussimon qismida gaz oqimi inersiya boʻyicha aylanma spiralsimon harakatini davom ettiradi va yuqoriga yoʻnalgan oqim paydo boʻladi. Tozalangan gaz markaziy truba orqali dastgohdan chiqib ketadi.

Batareyali siklon. Koʻp miqdordagi changli gazlarni tozalash va ajratish jadalligini oshirish uchun batareyali siklonlar ishlatiladi.



161-rasm. Changlarni tutuvchi siklonning qirqimda koʻrinishi.

Batareyali siklon kichik diametrli bir nechta mayda siklon elementlaridan tuzilgan. Element markaziy trubasining tashqi ko'inishi vintsimon shaklda bo'ladi. Bitta qobiqda bir nechta siklon elementlari ikkita to'siq yordamida joylashtiriladi. Dastgohga kirgan chang (gaz) bir vaqtning o'zida gaz taqsimlovchi kamera orqali hamma elementlarga bir xilda tarqaladi va ulardan o'tib tozalanib, elementlardagi chiqarish quvurlari orqali umumiy kameraga chiqariladi.

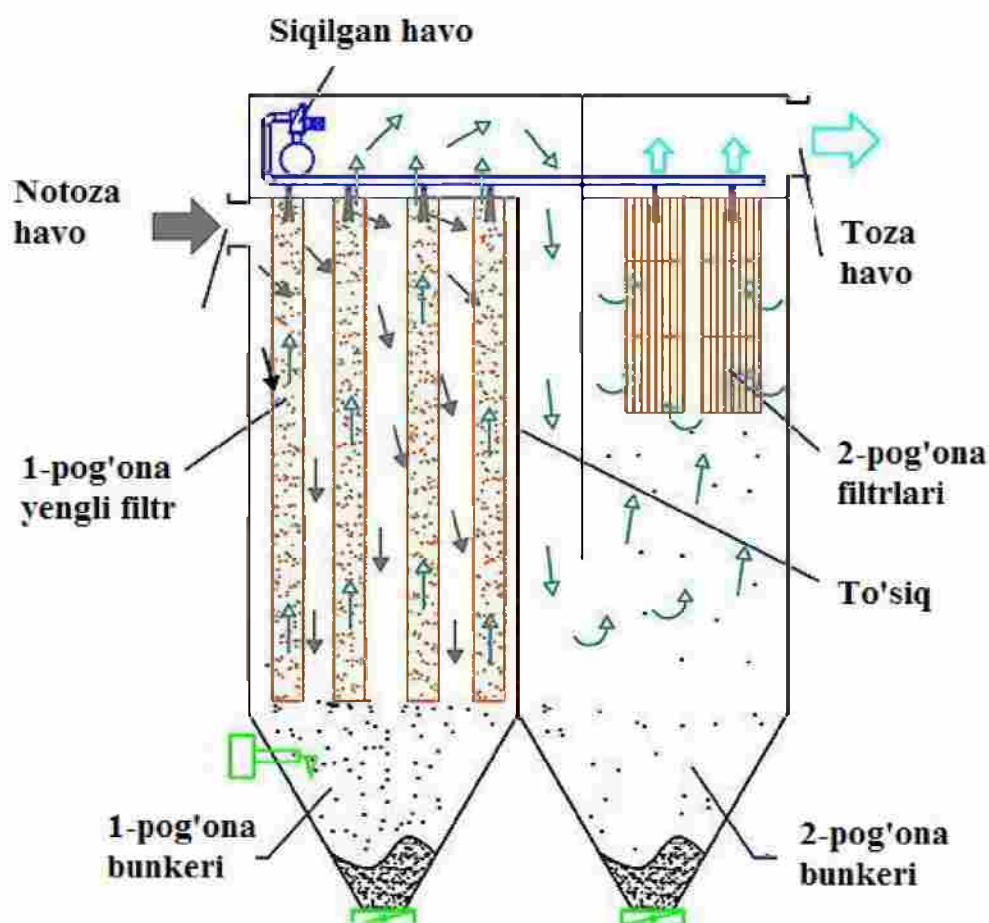


Hamma elementlardan tushgan changli gaz tarkibidagi zarrachalar dastgohning pastki qismida yig'iladi va so'ngra tashqariga chiqariladi.

Siklon dastgohlari quyidagi afzalliklarga ega: tuzilishi sodda, harakatlantiruvchi qismlari yo'q, foydalanish oson, ixcham va arzon.

Siklonlarda mayda zarrachali chang gaz aralashmalarini tozalash qiyin bo'lganligi sababli filtrlar qo'llaniladi. Filtrlarning teshiklari mayda bo'lganligi uchun gaz undan o'tib, chang esa

ushlanib qoladi. Chang gazlarni tozalash uchun yangli filtrlar ishlatiladi [2, 30].



162-rasm. Yangli filtrlar.

Yangli filtrlar. Changli gaz filtrning pastki qismidan kirib yangli to'qimalarda changlardan tozalanib, yuqoriga qarab harakat qiladi. Changlar va mayda zarrachalar filtr yenglarining teshiklarida qoladi. Vaqt o'tishi bilan yenglarda chang qatlami ko'payib filtr to'siqlarning qarshiligi ortib ketadi va natijada dastgohning unumdorligi kamayadi.

Shuning uchun vaqti-vaqti bilan silkituvchi maxsus qurilma yordamida filtr yenglari zarb bilan silkitilib, yenglar ustidagi changlar to'kiladi va shnek orqali tashqariga chiqariladi. Ba'zi filtrlar mexanik silkitish bilan birga, ularning yenglari tozalanayotgan gazning yo'nalishiga qarama – qarshi yo'nalishda

havo bilan puflab tozalanadi. Bunday filtrlarda yengllarning diametri 20 – 25 sm uzunligi 2,5 – 4 m bo'lib, bir necha seksiyalardan iborat bo'ladi. Yengli filtrlarda mayda dispers gaz aralashmalarining tozalanish temperaturasi 60 – 70 °C ga teng. Kamchiligi: yenglar tez ishdan chiqadi va nam changli gazlarni tozalash mumkin emas.

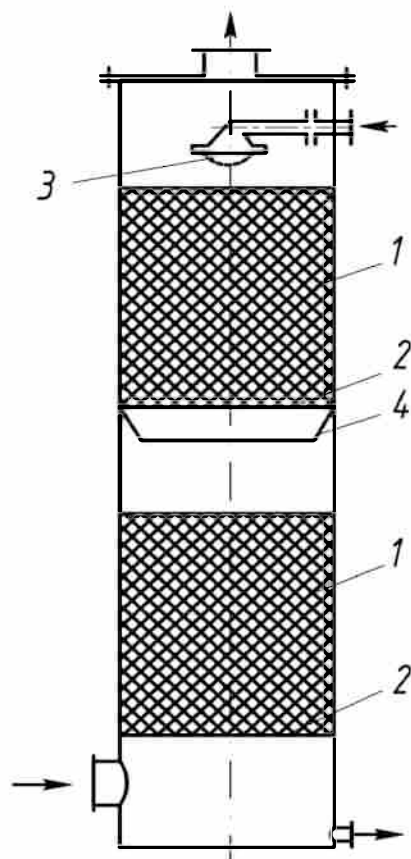
Nasadkali skrubber. Changlarni namlantirib cho'ktirish markazdan qochma skrubberlarda amalga oshiriladi. Markazdan qochma skrubberlar gaz aralashmasi tangensial yo'nalishda dastgoh (1) korpusining silindr (2) qismiga kirib, markazdan qochma kuch ta'sirida aylanma harakat qiladi (163-rasm).

Korpus devori yuzasidan suv taqsimlagich (3) orqali berilgan suv doim yupqa plyonkaga o'xshab oqib turadi. Gaz oqimidagi vintsimon aylanma harakat qiladigan qattiq zarrachalar markazdan qochma kuch ta'sirida skrubberning devorlariga urilib, suv va shlam chiqariladigan dastgohning pastki konus qismidan plyonka holida oqayotgan suv bilan yuvilib tushib ketadi. Tozalangan gaz dastgohning balandligi bo'yicha yuqoriga ko'tarilib, patrubka orqali chiqib ketadi.

Changlarni turli qutbli elektr maydonida tutish. Changli gazlar tarkibidagi qattiq zarrachalarni elektr maydoni ta'sirida cho'ktirish boshqa cho'ktirish usullariga qaraganda ko'p afzalliklarga ega [21].

Tarkibida qattiq zarrachalar bo'lgan gaz oqimi yuqori kuchlanishli elektr maydonidan o'tgan ionizatsiya hodisasiga uchraydi, ya'ni uning molekulalari musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarga ajraladi (164-rasm).

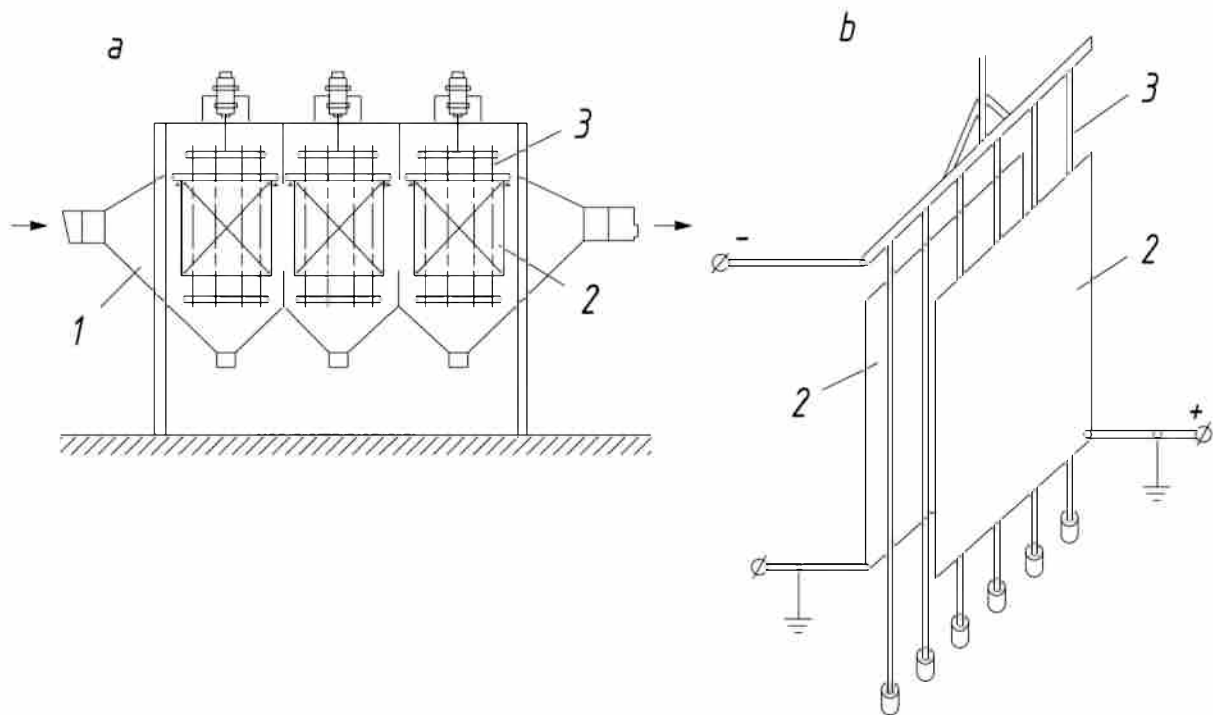
Bunda butunlay ionlashgan gaz qatlami cho'g'lanib, nur va charsillagan ovoz chiqaradi. Bu sim nurlanuvchi elektrod deb ataladi. Manfiy zaryadlangan changning elektronlari nurlanuvchi elektroddan musbat zaryadlangan cho'ktirish elektrodlariga tomon harakat qilganda o'z yo'lida qattiq zarrachalarga uchraydi va ularni zaryadlaydi.



163-rasm. Nasadkali skrubber

Zaryadlangan zarrachalar cho'ktirish elektrodiga yaqinlashganda o'zining zaryadini beradi va og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. Bu cho'ktirish jarayoni elektrofiltrlarda amalga oshiriladi. Elektrofiltrlarda nurlanuvchi elektrodlar ham doim tok manbaining manfiy qutbiga, cho'ktirish elektrodleri esa musbat qutbiga ulanadi.

Cho'ktirish elektrodining tayyorlanishiga qarab trubali va plastinali elektrofiltrlar bo'ladi. Elektrofiltrlar o'zgarmas tokda ishlaydi, chunki tok o'zgaruvchi bo'lganda zaryadlangan zarrachalar o'z harakati yo'nalishini o'zgartirib cho'ktirish, elektrodlerida cho'kishga ulgurolmay, gaz bilan elektrofiltrdan chiqib ketishi mumkin. Elektr cho'ktirish dastgohlari yuqori kuchlanishli o'zgarmas tok bilan ta'minlanadi. O'zgarmas tok kuchlanishi 220 - 500 V bo'lgan o'zgaruvchan tokdan kuchaytiruvchi transformator va to'g'rilagich yordamida olinadi.



164-rasm. Elektrofildrda elektrodning joylashishi va shakli.
 a – elektrofildrning qirgimda korinishi; b – elektrodning joylashishi. 1 – temirbeton yoki polat rama; 2 – choktiruvchi elektrod; 3 – tojlantiruvchi elektrod.

10.11-§. Oqova suvlarni tozalash

Oqova suvlarni tozalashning ahamiyati. Foydali qazilmalarni boyitish fabrikalaridan chiqayotgan oqova suvlar boyitish jarayonining chiqindilar bilan birgalikda chiqindi saqlash maydonlariga tashlanadi. O'z navbatida ular atrofdagi suv havzalariga tushib sifatiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Fabrikalardan chiqayotgan oqova suvlarda ifloslantiruvchi moddalardan biri – bu dispers moddalardir. Ular jumlasiga gravitatsiya jarayoni chiqindilari, suvda erigan tuzlar, emulsiya holdagi flotatsion reagentlar, reagentlarni o'zaro va minerallar bilan ta'siri natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar kiradi [2; 30].

Oqova suvlar tarkibida quyidagi zararli moddalar va birikmalar bo'lishi mumkin:

-Texnologik jarayonlarda qo'llanilayotgan kislotalar va ishqorlar.

-Reagentlarda erigan temir, mis, nikel, rux, kaliy, aluminiy, kobalt, kadmiy, surma va boshqa metallar ionlari.

-Sianidlar – suvlarni asosiy ifloslantiruvchi moddalar turkumiga kirib boyitish fabrikasida flotatsion reagentlar sifatida keng qo'llaniladi, shuningdek sianidlar ruda va boyitmalarda oltinni ajratib olishda asosiy reagent hisoblanib, oltin ajratish fabrikalarida keng qo'llaniladi, shuningdek, sianidli eritmalarda rangli metallar bo'lishi (mis, rux va boshqalar komplekslar hosil qilib, inson hayoti uchun zaharli hisoblanadi).

-Ftoridlar ham boyitish fabrikasida flotatsiya jarayonida reagent sifatida qo'llaniladi va ular jumlasiga ftor kislotasi, natriyning ftor kremniyli tuzi misol bo'ladi.

-Foydali qazilmalarni flotatsion boyitish jarayonida, reagent sifatida neft mahsulotlaridan keyin, fenol va krezollar, mis, mis-molibden hamda molibden - volfram rudalari uchun foydalaniladi.

Oqova suvlar tarkibidagi zararli moddalarni tozalash. Xullas, boyitish fabrikalaridan chiqayotgan oqova suvlar tarkibi jihatidan zararli moddalarga juda boy bo'lib, atrof – muhitdagi suvlarni sezilarli darajada zaharlaydi, u esa o'z navbatida ekologiya va insoniyat hayotiga o'zining salbiy ta'sirini ko'rsatadi. Shuning uchun fabrikadan chiqayotgan oqova suvlarni tozalash muhim ahamiyatga ega, undagi zararli moddalarni miqdori mumkin qadar kam bo'lib, sanitar normativlarida belgilangan konsentratsiyadan oshmasligi shart, jumladan:

Atrof-muhitni oqova suvlardan zararlanish darajasini kamaytirish usullaridan biri bu boyitish texnologiyasida qo'llanilayotgan suvlarning aylanma harakatini ta'minlashdir, ya'ni fabrikadan chiqayotgan oqova suvlarni texnologik jarayonga qaytarishdan iboratdir.

Qaytarma oqova suvlar toza suvlardan farq qilib, ular texnologik jarayon ko'rsatgichlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Jumladan: mis-molibdenli rudalarni boyitish fabrikasidan chiqayotgan suvlar tarkibi dispers zarrachalar va kerosindan tozalash ishqordan foydalaniladi, natijada oqova suvlardan kalsiyning miqdori ortib ketishi flotatsiya jarayonini buzadi.

Oqova suvlarning zararli darajasini kamaytirishning yana bir usuli, bu jarayonda qo'llanilayotgan reagentlarni tejamkorligini tejashdan iboratdir, samarali usullardan yana biri, bu oqova suvlarni chiqishini kamaytirish, avariya holatlarining oldini olish va hokazolar kiradi.

23-jadval

Suvdagi zararli qo'shimchalarni konsentratsiyasini ruxsat etilgan me'yorlari

Moddalar	Oqova suvdagi miqdori mg/l	Moddalar	Oqova suvdagi miqdori quyidagi ko'rsatgichdan oshmasligi shart, mg/l
Kislota	0,25	Kobalt	1,0
Sianidlar	0,1	Mis	0,1
Ftoridlar	1,5	Molibden	0,5
Neft	0,5	Nikel	0,1
Kerosin	0,1	Simob	0,005
Benzin	0,1	Qo'rg'oshin	0,1
Fenol, krezol	0,001	Stronsiy	2,5
Ksantogenatlar	0,001	Surma	0,05
Volfram	0,1	Titan	0,1
Temir	0,5	Rux	1,0
Kadmiy	0,01		

Boyitish fabrikalarida oqova suvlarni tozalash bo'yicha alohida bo'limlar faoliyat ko'rsatadi, ularda oqova suvlarni tozalashning

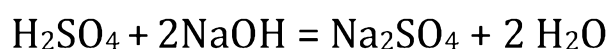
bir qator usullari ishlab chiqilgan bo'lib, ularga quyidagilar misol bo'ladi:

Oqova suvlarni tindirish. Oqova suvlarni tindirish, bu jarayon 4 soatdan 10 soatgacha davom etib dispers zarrachalar cho'ktiriladi. Buning uchun turli organik va noorganik koagulyantlardan foydalaniladi, ularning vazifasi mayda dispers zarrachalarning to'plashdan iborat bo'lib, natijada jipslashgan zarrachalarni cho'kish tezligi oshadi va jarayon tez kechadi. Bunday koagulyantlarga ohakli suv $\text{Ca}(\text{OH})_2$, temir sulfati $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; temir xloridi va poliakrilamidlar, uniflok misol bo'ladi [30].

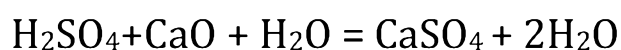
Oqova suvlarni kislotadan tozalashda neytrallash usuli qo'llaniladi, neytrallash ohak, so'ndirilgan ohak, dolomit, magnezit, soda va boshqa reagentlar yordamida amalga oshiriladi.

Sulfat kislotali eritmalarni quyidagi reaksiyalar orqali neytrallanadi:

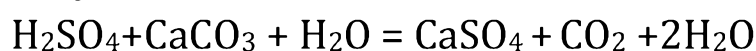
o'yuvchi natriy yordamida neytrallash



ohak bilan neytrallash



so'ndirilgan ohak bilan neytrallash

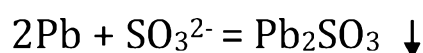
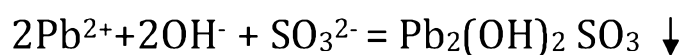
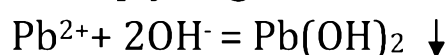


magnezit bilan neytrallash



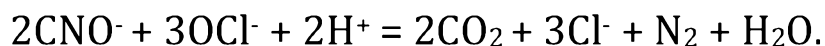
Texnik - iqtisodiy hisoblarga asosan yuqoridagi usullarning eng arzoni so'ndirilgan ohak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan neytrallash hisoblanadi.

Oqova suvlardan metall kationlaridan tozalash ularni suvda erimaydigan birikmasini, ya'ni gidrooksid va karbonat holatiga o'tkazilib cho'ktiriladi, masalan: ohak va suv tarkibidagi qo'rg'oshin kationlari quyidagicha tozalanadi:



Bu usulda eng arzon va samaradorligi yuqorisi so'ndirilgan ohakda, marmar va ohaktoshda amalga oshadi. Rangli va qimmatbaho metallar rudalarini boyitishda hamda qayta ishlashda nihoyatda zaharli bo'lgan sianli eritmalar qo'llaniladi. Sianli birikmalar inson hayotiga o'zining salbiy ta'siri jihatidan birinchi o'rinda turadi, shu sababli oqova suvlarni sianli birikmalardan tozalash asosiy omillardan bo'lib, uning bir necha usullari ishlab chiqilgan. Ya'ni sianidlarni ferro va ferrosianidlar kabi zararsiz birikmalariga o'tkazish, suvda erimaydigan birikma va kompleks birikmalar shular jumlasiga kiradi.

Odatda fabrikalarda sianidlarni oksidlovchi sifatida xlorli ohak suvi CaOCl_2 , kalsiy gipoxlorid CaOCl_2 , natriy gipoxlorid, suyuq xlor va boshqalar qo'llaniladi. Ularning ta'sirini quyidagi umumiy kimyoviy reaksiyalar bilan ifodalash mumkin.



Keyingi yillarda keng qo'llanilayotgan usullardan biri zararsiz ferrosianid hosil etish usuldir, bunda asosiy reagent sifatida $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ qo'llaniladi.

Shuningdek, oqova suvlarni ksantogenatdan tozalashda xlor gazidan yoki ozondan foydalaniladi [30].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A. Barry Wiils and A. James Finch. Wiil's Mineral Processing Technology. USA University of Technology, 2007.

2. В.М. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебник - М.: МГГУ, 2006.

3. Основы обогащения полезных ископаемых. Metso. Издание 3. 2010.

4. Saidaxmedov A.A., Azimov O.A., A.N. Shodiyev., Turobov Sh.N. Foydali qazilmalarni boyitish jarayonlari. Darslik Qarshi Intellekt nashriyoti 2021 y.

5. Г.Г. Пиваняк, Л.А. Вайсберг. Измельчение. Энергетика и технология. Учебник - М.: Издательский дом "Руда и Металлы", 2007. – с296

6. А.А. Саидахмедов, С.К. Ярлакабов. Роль материала критической крупности при само- и полусамоизмельчении // Передовые научно технические и социально гуманитарные проекты в современной науке – Сборник статей II международной научно-практической конференции // Москва 2018. – с67.

7. S.A. Abdurahmonov. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi va dastgohlari. Navoiy, NDKI, 2001.

8. Д.В. Штеренлихт. Гидравлика. Учебник – М.: Энергоатомиздат 1991

9. Н.А. Донияров. Исследование возможности комбинированной технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с применением новых реагентов // Горный Вестник Узбекистана. 2018. – №3. – с80.

10. В.Н. Шохин, А.Г. Лопатин. Гравитационные методы обогащения. Учебник. М.: Недра. 1993.

11. В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей. Часть II. Обогащения золотосодержащего сырья. Москва, «Учеба» 2003.

12. А.А. Абрамов. Флотационные методы обогащения. Учебник. М., Горная книга, 2016. 597 с.

13. А.А. Абрамов. Флотационные методы обогащения. Учебник. М., Недра, 1984. 383 с.

14. Н.А. Донияров, И.А. Тагаев. Изучение влияния новых флотационных реагентов на минералы фосфоритовых руд Кызылкумов при комбинированном обогащении // Научный журнал Universum: Технические науки // Выпуск: 5(62) 2019. – с58.

15. С.И. Полкин, Э.В. Адамов. Обогащение руд цветных металлов. М. «Недра» 1983.

16. J.V. Rubinstein. Column Flotation: Processes, Designs, and Practices. Gordon and Breach Science Publishers, Basel, Switzerland; Langhorne, PA. 1995.

17. Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик. М. «Недра» 2003.

18. К.А. Разумов, В.А. Перов. Проектирование обогатительных фабрик. М.: Недра. 1982.

19. Б.А. Степанов. Расчёты технологических схем золотоизвлекательных заводов и выбор оборудования. Учебное пособие. Ташкент, ТГТУ. 2001.

20. К.С. Санакулов, Н.А. Ахатов. Совершенствование технологии флотационного обогащения минерального сырья // Горный Вестник Узбекистана. 2012. – №2. – с33.

21. Единые правила безопасности при дроблении, сортировке, обогащении пролезных ископаемых и окусковании руд и концентратов. Учебник для вузов. М. Недра. 1978.

22. В.В. Глембоцкий. Флотационные методы обогащения. М.: Недра, 1981.

23. Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, Д.В. Шехерев. Технология отходов мегаполиса. М: Алтекс. 2002.

24. H.H. Stender, A. Kwade, J. Schwedes, 2004. Stress energy distribution in different stirred media mill geometries. *International Journal of Mineral Processing*, 74S S103-S117.

25. A. Jankovic, 2001. Media Stress Intensity Analysis for Vertical Stirred Mills, *Minerals Engineering*, vol 14. Special issue from MEI Conference Comminution 01, Brisbane - Australia, pp. 1177-1186.

26. Doniyarov N.A., Voxidov B.R., Aripov A.R., Shodiyev A.N. *Nodir metallar metallurgiyasi o'quv qo'llanma*. Qarshi Intellekt nashriyoti 2021 y.

27 Xasanov A.S., Saidahmedov A.A., Shodiyev A.N., Pirnazarov F.G'. Xujamov U.X., Eshonqulov U.X. *Gravitatsiya usulida boyitish o'quv qo'llanma*. Qarshi Intellekt nashriyoti 2022 y.

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BO‘LIM. UMUMIY TUSHUNCHALAR	
I BOB. FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISHNING SINFLANISHI, TURLARI, SXEMALARI	5
1.1-§. Boyitish haqida umumiy tushuncha	5
1.2-§. Boyitishning texnologik ko‘rsatkichlari.....	14
1.3-§. Boyitish sxemalari.....	18
1.4-§. Boyitish jarayonlari va mahsulotlarining tasnifi	22
II BO‘LIM. TAYYORLASH JARAYONLARI	
II BOB. G‘ALVIRLASH JARAYONI	28
2.1-§. G‘alvirlash jarayonining asoslari	28
2.2-§. G‘alvirlashda sinflarga ajratish	30
2.3-§. Rudaning yiriklik xarakteristikasi.....	30
2.4-§. Foydali qazilmalarning granulometrik tarkibi.....	34
2.5-§. G‘alvirlarning elovchi yuzalari	42
2.6-§. G‘alvirlash samaradorligi va unga ta’sir qiluvchi omillar	45
2.7-§. G‘alvirlarning turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari	46
2.8-§. G‘alvirlarning ish unumdorligi	58
III BOB. MAYDALASH JARAYONI	61
3.1-§. Maydalash jarayonlari haqida umumiy ma’lumotlar.....	61
3.2-§. Maydalash jarayonining nazariy asoslari	62
3.3-§. Maydalash jarayonlarining tasniflanishi	67
3.4-§. Rudalarning qattiqligi. Tog‘ jinslarining mexanik xossalari	69
3.5-§. Maydalash darajasi va bosqichlari.....	73
3.6-§. Maydalash usullari va qonunlari	75
3.7-§. Maydalagichlarning turlari	79
3.8-§. Jag‘li maydalagichlarning tuzilishi va ishlash tartibi	80
3.9-§. Konusli maydalagichlarning tuzilishi va ishlash tamoyillari	95
3.10-§. Maydalagichlarni avtomatlashtirish	105
3.11-§. Maydalash sxemalari va ularni tanlash	108
IV BOB. YANCHISH JARAYONI	115
4.1-§. Yanchish jarayoni haqida tushuncha. Rudalarning yanchiluvchanligi	115
4.2-§. Sharli va sterjenli tegirmonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi	120
4.3-§. O‘zi yanchar tegirmonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi	130
4.4-§. Barabanli tegirmonlarning ishlash tartibi.....	135
4.5-§. Barabanli tegirmonning ish unumdorligi va unga ta’sir qiluvchi omillar.	140
4.6-§. Yanchish texnologiyasi	145
4.7-§. Yanchish sxemalarini tanlash	155
4.8-§. Yanchuvchi jismlarning yedirilishi.....	162
4.9-§. Maydalash, yanchish va elashda qo‘llaniladigan xavfsizlik qoidalari.....	164
V BOB. TASNIFLASH JARAYONI	169
5.1-§. Klassifikatsiya jarayoni. Mineral zarrachalarning suvda va havoda tushish tezligini belgilovchi qonunlar.....	169

5.2-§. Hidravlik klassifikatsiya jarayoni. Hidravlik klassifikatorlar.....	174
5.3-§. Mexanik (spiralli) klassifikatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	179
5.4-§. Gidrosiklonlarning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	182
5.5-§. Gravitatsion gidravlik tasniflagichlar.....	194
III BO‘LIM. BOYITISH JARAYONLARI	
VI BOB. GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH	198
6.1-§. Gravitatsiya usulida boyitish haqida umumiy tushunchalar.....	198
6.2-§. Fraksion tahlil	205
6.3-§. Cho‘ktirish usulida boyitish asoslari.....	207
6.4-§. Cho‘ktirish mashinalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari.....	210
6.5-§. Cho‘ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ular ishiga ta’sir qiluvchi omillar.....	217
6.6-§. Og‘ir suyuqliklarda boyitishning mohiyati. Og‘ir suyuqliklarni tayyorlash	222
6.7-§. Og‘ir suyuqliklarda boyitish saralagichlari.....	229
6.8-§. Qiya tekislik bo‘ylab harakatlanayotgan suv oqimi yordamida boyitish ..	233
6.9-§. Konsentratsiya stollarida boyitish. Konsentratsion stolning asosiy parametrlari va ishlash tartibi.....	237
6.10-§. Shlyuzlarda boyitish	243
6.11-§. Vintli separatorlarda boyitish	248
6.12-§. Markazdan qochma saralagichlarda boyitish	253
6.13-§. Rudali foydali qazilmalarni yuvish, dezintegratsiyalash, ularda ishlatiladigan uskunalar.....	260
6.14-§. Gravitatsion boyitishning texnologik sxemalari.....	262
VII BOB. FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH	274
7.1-§. Flotatsiya usulida boyitishning fizik-kimyoviy asoslari. Flotatsiyaning usullari.....	274
7.2-§. Flotatsiya reagentlarining klassifikatsiyasi va qo‘llanilishi	288
7.3-§. To‘plovchi reagentlar, ularning vakillari.....	291
7.4-§. Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar, ularning vakillari	296
7.5-§. Faollashtiruvchi reagentlar, ularning vakillari.....	302
7.6-§. So‘ndiruvchi reagentlar, ularning vakillari.....	308
7.7-§. Muhit sozlovchi reagentlar.....	315
7.8-§. Flotatsion mashinalarning turlari.....	317
7.9-§. Flotatsion sxemalarni tuzish prinsiplari.....	345
7.10-§. Flotatsiya jarayoniga ta’sir etuvchi omillar.....	357
7.11-§. Flotatsiya bo‘limida xavfsizlik qoidalari.....	364
VIII BOB. MAGNITLI USULIDA BOYITISH.....	366
8.1-§. Magnitli usulida boyitishning fizik asoslari.....	366
8.2-§. Mineral zarrachalarining magnit xususiyatiga qarab klassifikatsiyalanishi	368
8.3-§. Magnitli separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari	370
8.4-§. Rudani magnitli boyitishga tayyorlash.....	379
8.5-§. Magnitli usulida boyitish sxemalari.....	381

IX BOB. ELEKTR USULIDA BOYITISH	385
9.1-§. Elektr usulida boyitish asoslari	385
9.2-§. Mineral zarrachalarni zaryadlash usullari.....	389
9.3-§. Ruda va minerallarning elektr xossalari.....	392
9.4-§. Elektr separatorlarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari	397
9.5-§. Elektr saralashga ta'sir etuvchi omillar	404
9.6-§. Foydali qazilmalar va boyitish mahsulotlariga qo'yiladigan talablar.....	408

IV BO'LIM. YORDAMCHI JARAYONLAR

X BOB. BOYITISH MAHSULOTLARINI SUVSIZLANTIRISH VA CHANGNI TUTISH	416
10.1-§. Suvsizlantirish usullarining qisqacha tasnifi	416
10.2-§. Drenajlash.....	424
10.3-§. Quyiltirish jarayoni. Quyiltirishga ta'sir qiluvchi omillar.....	431
10.4-§. Quyiltirgichlarning turlari va ishlash usullari.....	437
10.5-§. Filtrlash. Filtrlashning asosiy prinsiplari.....	442
10.6-§. Filtrlarsh uskunalari.....	446
10.7-§. Quritish. Quritishning asosiy prinsiplari.....	451
10.8-§. Quritishda ishlatiladigan dastgohlar.....	454
10.9-§. Changsizlantirish jarayonining nazariy asoslari.....	461
10.10§. Changsizlantirishda ishlatiladigan dastgohlar.....	466
10.11-§. Oqova suvlarni tozalash	472
Foydalanilgan adabiyotlar.....	477

A.N. Shodiyev

FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH VA QAYTA ISHLASH ASOSLARI

*O'zbekiston respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi oliy o'quv yurtlari talabalari uchun
darslik sifatida tavsiya etgan*

Muharrir: B. Musayev

Musahhih: I. Tog'ayev

Texnik muharrir: K. Qudratova

Kompyuterda sahifalovchi: F. Akramova

Tasdiqnoma. 5165, 02.03.2021.

Terishga berildi: 06.11.2023 y.

Bosishga ruxsat etildi: 08.01.2024 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

“Cambria” gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 30,05. Shartli b. t.: 30,11.

Adadi: 35 nusxa. Buyurtma №8

«Intellekt» nashriyotida tayyorlandi.

QarMII kichik bosmaxonasida chop etildi.

180100. Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225 – uy.

Telefon 91-466-80-32.

181000



INTELLEKT
NASHIRIYOTI

ISBN 978-9910-768-33-0



9 789910 768330