

A.S.Xasanov, A.A. Saidaxmedov,
A.N.Shodiev, U.U Xo'jamov,
U.X.Eshonqulov, F.G.Pirnazarov

GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH

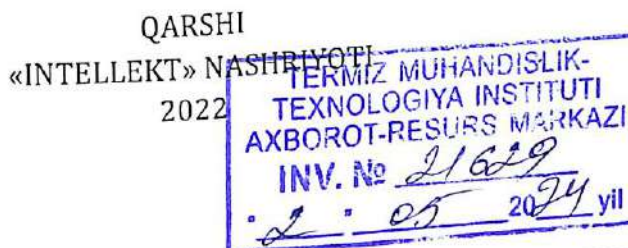
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

A.S.Xasanov, A.A. Saidaxmedov, A.N.Shodiev,
U.U Xo'jamov, U.X.Eshonqulov, F.G.Pirnazarov

GRAVITATSIYA USULIDA
BOYITISH

O'quv qo'llanma

(5314400 – Foydali qazilmalarni boyitish)



UO'K (UDK) 622.7:622.34

BBK: 332

Gravitatsiya usulida boyitish [Matn]: O'quv qo'llanma / A.S.Xasanov, A.A.Saidaxmedov, A.N.Shodiyev, U.U.Xo'jamov, U.X.Eshonqulov, F.G.Pirnazarov: O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi; - Qarshi. «Intellekt» nashriyoti, 2022. - 222 bet.

Taqrizchilar:

Sharafutdinov U.Z.

- Navoiy kon-metallurgiya kombinati davlat korxonasining yangi texnologiyalarni tatbiq qilish bo'yicha innovatsion markazi boshlig'i, texnika fanlari doktori, dotsent.

Qurbonov A.A.

- Navoiy davlat konchilik instituti, Kimyo-metallurgiya fakulteti «Metallurgiya» kafedrasida dotsenti, texnika fanlari doktori.

O'quv qo'llanmada foydali qazilmalarni gravitatsiya usulida boyitish jarayonlari bo'lmish: gidravlik tasniflash, gidravlik cho'ktirish, qiya tekislik bo'yab oqadigan suv oqimida boyitish, markazdan qochma maydonda boyitish, og'ir muhitlarda boyitish va pnevmatik usullarida boyitishning nazariy asoslari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shu bilan bir qatorda ushbu jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning turlari, tuzilishi, ishlash usullari va qo'llanilish sohalari to'g'risida ham batafsil tushunchalar berilgan.

O'quv qo'llanma «Gravitatsiya usulida boyitish» fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan bo'lib, 5314400 - «Foydali qazilmalarni boyitish» hamda 5311600 - «Konchilik ishi» va 5310300 - «Metallurgiya» yo'nalishlari talabalari hamda boyituvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

ISBN 978-9943-7898-3-8

© «Intellekt» nashriyoti, 2022

Annotatsiya

Ushbu o'quv qo'llanmada foydali qazilmalarni gravitatsiya usulida boyitish jarayonlari bo'lmish: gidravlik tasniflash, gidravlik cho'ktirish, qiya tekislik bo'yab oqadigan suv oqimida boyitish, markazdan qochma maydonda boyitish, og'ir muhitlarda boyitish va pnevmatik usullarida boyitishning nazariy asoslari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shu bilan bir qatorda ushbu jarayonlarda ishlatiladigan dastgohlarning turlari, tuzilishi, ishlash usullari va qo'llanilish sohalari to'g'risida ham batafsil tushunchalar berilgan.

O'quv qo'llanma «Gravitatsiya usulida boyitish» fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan bo'lib, 5314400 - «Foydali qazilmalarni boyitish», 5311600 - «Konchilik ishi» bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari hamda boyituvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

Аннотация

В данном учебном пособии представлены сведения о теоретических основах процессов гравитационного обогащения полезных ископаемых: гидравлическая классификация, гидравлическая отсадка, обогащение в потоке воды текущей по наклонной плоскости, центробежное обогащение, обогащение в тяжелых средах и пневматическое обогащение. Также представлены подробная информация о типах, конструкции, принципах работы и областях применения оборудования, используемого в данных процессах.

Учебное пособие разработано в соответствии с учебной программой по предмету «Гравитационный метод обогащения» и предназначено для бакалавров обучающихся по направлениям 5314400 - «Обогащение полезных ископаемых», 5311600 - «Горное дело» а также специалистов обогатителей.

Annotation

This tutorial provides information on the theoretical foundations of the processes of gravity concentration of minerals: hydraulic classification, hydraulic jigging, enrichment in a stream of water flowing along an inclined plane, centrifugal enrichment, enrichment in heavy media and pneumatic enrichment. It also provides detailed information on the types, designs, operating principles and applications of the equipment used in these processes.

The manual was developed in accordance with the curriculum for the subject «Gravitational method of enrichment» and is intended for bachelors studying in the areas of 5314400 - «Processing of minerals», 5311600 - «Mining», as well as for specialists in ore dressing.

KIRISH

Boyitishning gravitatsion usullari deb shunday usullarga aytiladiki, bunda o'lchamlari, zichligi va shakli bilan farq qiladigan mineral zarralarning ajralishi og'irlik kuchi va muhitning qarshilik kuchi ta'siri ostida oquvchan muhitlarda ular harakatining xususiyati va tezligining farqi evaziga yuzaga keladi.

Boyitishning gravitatsion usullari mineral xom ashyoni qayta ishlashning eng ko'p tarqalgan usullaridan hisoblanadi. Eramizning yigirmanchi yuz yilligigacha gravitatsion usullar foydali qazilmalarni boyitishning asosiy usullaridan bo'lgan. Yigirmanchi yuz yillikda boyitishning flotatsiya, magnitli, elektrli va turli xil maxsus usullari paydo bo'lganligiga qaramasdan, gravitatsion usullar qo'llanilish ko'lami bo'yicha mineral xom ashyoni qayta ishlashning ustun bo'lgan usullaridan biri bo'lib qoladi.

Bunday holat gravitatsion usullarning quyidagi afzalliklari bilan izohlanadi. Birinchidan, bu usullar eng arzon hisoblanadi. Ikkinchidan, gravitatsion usullar ajraladigan mineral zarralar yirikligida cheklanishlarga ega emas. Ular yiriklikning yuqori chegarasi 400 mm. gacha bo'lgan yirik donador materiallarni qayta ishlash imkonini beradi. Yiriklikning pastki chegarasi 7 - 10 mkm ga yetishi mumkin. Uchinchidan, boyitishning gravitatsion usullarida minerallarning xossalari o'zgarishsiz, ifloslanmasdan mexanik ajralishi sodir bo'ladi, bu mineral xom ashyodan keyinchalik foydalanish uchun juda muhimdir.

Foydali qazilmalarni boyitishning gravitatsion usullarini amaliyotda qo'llash bir nechta variantlarga ega bo'lishi mumkin:

1. Gravitatsion usullar asosiy usullar sifatida, ba'zan esa mineral xom ashyoning ayrim turlarini boyitishning yagona usuli sifatida qo'llaniladi. Bu holatlarda boyitish natijasi tayyor tovar mahsulot hisoblanadi. Masalan, xrizotil-asbest rudalarni, energetik ko'mirni, nodir va noyob metallarni, qora metall rudalarini, qurilish meteriallarini, nometall foydali qazilmalarni va b.larni boyitish.

2. Gravitatsion usullar rudalarni dastlabki boyitish uchun boyitishning aralash sxemalarida qo'llaniladi. Bunda rudadan bo'sh tog' jinslarning ancha qismi (30 - 60 %) ajratib olinishi evaziga rudada foydali minerallarning miqdori oshadi, bu mahsulot keyinchalik boshqa usullar bilan boyitiladi, masalan, qo'shimcha yanchishdan so'ng - flotatsiyalash bilan.

Gravitatsion usullar ko'pincha boyitishning boshqa usullari bilan birgalikda qo'llaniladi: yuvish, magnitli separatsiya, elektrli separatsiya va maxsus usullar bilan. Bu holatda foydali qazilma murakkab texnologik sxemalar bo'yicha qayta ishlanadi. Bunday sxemalarga kokslanadigan ko'mirlar, oksidlangan temir, polimetall, volfram-molibdenli va boshqa rudalarni qayta ishlashning deyarli barcha sxemalari kiradi.

3. Gravitatsion boyitish usullari yordamchi, tayyorlov va yakuniy boyitish jarayonlari sifatida keng qo'llaniladi. Masalan, gidravlik tasniflashdan yanchish sxemalarida yordamchi jarayon sifatida keng foydalaniladi. Bundan tashqari gidravlik tasniflash konsentratsion stollarda, cho'ktirish mashinalarida va gravitatsion boyitishning boshqa uskunalarida rudalarni boyitishga tayyorlash uchun qo'llaniladi. Gravitatsion usullardan boyitish mahsulotlarini suvsizlantirish sxemalarida - quyultirish, sentrifugalash jarayonlarida foydalaniladi.

Boyitishning gravitatsion jarayonlari boyitiladigan xom ashyo yiriklik ko'lamining kengligi, ularni boyitish fabrikalarining texnologik sxemalarida qo'llash sharoitlarining xilma-xilligi, ishlab chiqarish kompleksining oddiyligi, boyitish uskunalarining yuqori unumdorligi bo'yicha taqqoslash sharoitlarida boyitishning ko'pgina boshqa jarayonlariga ustunlik qiladi va nisbatan kam darajadagi moddiy, mehnat va energetik xarajatlarda mineralli aralashmalarning samarali ajralishini ta'minlaydi. Shuning uchun gravitatsion usullar boyitishning boshqa usullari o'rtasida, ayniqsa, ko'mirni, oltin va platina tarkibli rudalarni, volfram, molibden, qalay, asbestli rudalar va qora metall rudalarini qayta ishlash amaliyotida yetakchi o'rinni egallaydi.

I BOB. GRAVITATSION BOYITISH USULLARINING TASNIFI

Boyitishning gravitatsion usullari murakkab ko'p komponentli va ko'p fazali aralashmalarda (suspenziyalarda) amalga oshiriladi va bu ajralish muhitining mineral aralashmaga gidro va aerodinamik ta'sir etish yo'li bilan hosil bo'ladi. Bunda tushish tezliklaridagi va ajralishning harakatli muhitida alohida mineral zarralar harakati yo'nalishlaridagi tafovutlar ajralish belgilari bo'lib xizmat qiladi.

Qo'llaniladigan ajralish muhitiga bog'liq holda, gravitatsion usullar quyidagicha nomalanadi: gidravlik, og'ir muhitli, aralashmali gidravlik va pnevmatik.

Boyitishning barcha gravitatsion usullari quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Ajralish muhitining gorizontaal va vertikal ko'tariluvchi oqimlarida zarralarning ajralishi: gidravlik va pnevmatik tasniflash.
2. Qiya tekislik bo'yicha oqadigan suyuqlik oqimida zarralarning qatlamlarga ajralishi: shlyuzlarda, oqimli va konusli konsentratorlarda, vintli separatorlarda, konsentratsion stollarda boyitish.
3. Muhitning vertikal doimiy yoki pulslanuvchi oqimlarida boyitish: gidravlik va pnevmatik cho'ktirish, pnevmatik separatsiya, titratma novlarda boyitish.
4. Og'ir muhitlarda boyitish – bir jinsli og'ir suyuqliklarda va suspenziyalarda.
5. Markazdan qochirma maydonda qatlamlarga ajralish: gidro- va pnevmosiklonlarda, sentrifugalarda, markazdan qochirma konsentratorlarda boyitish.
6. Zarralarni suvda cho'ktirish – quyiltirish.
7. Yuvish.

II BOB. MINERAL ZARRALARINING TAVSIFI

Yer qobig'ida 3000 ga yaqin minerallar mavjud. Gravitatsion boyitishning jarayonlarining turli texnologiyalarida 250 ga yaqin minerallar ishtirok etadi. Minerallar kimyoviy tarkibi, fizika-kimyoviy va fizika-mexanik xossalari: zichligi, shakli, qattiqligi, rangi, yaltirashi, magnitga tortilish, elektr o'tkazuvchanlik va boshqa xossalari bilan farq qiladi.

Boyitishning gravitatsion jarayonlarida minerallarning zichligi, yirikligi va shaklidagi tafovutlardan foydalaniladi.

Mineral *zichligi* (δ) – zarra massasining (m) uning hajmiga (V) nisbati, kg/m^3

$$\delta = \frac{m}{V}$$

2.1-jadvalda ayrim minerallarning zichliklari keltirilgan. Minerallar zichligining mutlaq kattaligi (miqdori) 1200 dan 19300 kg/m^3 gacha o'zgarib turadi.

Mineral zarralarning *yirikligi* ularning chiziqli o'lchami – shar hajmi bo'yicha ekvivalent diametri (d_e) bilan baholanadi. Zarralarning "ekvivalent diametr"i tushunchasini kiritishga mineral zarralarning shakllarini har xilligi sabab bo'lgan. Ekvivalent diametr quyidagi tenglikdan aniqlanadi:

$$\pi d^3 / 6 = V$$
$$d_e = 1,241 V^{1/3} \quad (2.1)$$

Zarralarning *shakli shakl koeffitsienti* bilan baholanadi, yana u *sferiklik koeffitsienti* (ω) ham deyiladi. Uning kattaligi (miqdori) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$\omega = \pi d_e^2 / F_{zar} = 4,835 V^{2/3} / F_{zar} = 4,835 (m/\delta)^{2/3} / F_{zar} \quad (2.2)$$

bunda, πd_e^2 - ekvivalent shar yuzasining maydoni, m^2 ;

F_{zar} – zarra yuzasining haqiqiy maydoni, m^2 .

Mineral zarralarning shakli minerallarning xususiyatlariga ham bog'liq. Sochilma konlar mineral zarralari suvning o'zanli oqimi ta'siri natijasida, odatda, silliqlangan shaklga ega bo'ladi.

Asosiy konlar minerallari va rudalarining zarralari noto'g'ri shaklga, ba'zan kristallarga xos bo'lgan shaklga ega bo'ladi. Masalan, ko'mir serqirra; magnetit va pirit – kub shakliga yaqin; slanes, slyuda – plastinkasimon; asbest – ninasimon shaklga ega.

2.1-jadval

Ayrim minerallarning zichliklari bo'yicha tavsifi

Mineral	Kimyoviy formulasi	Zichligi, kg/m ³	Qimmatbaho komponent	Qimmatbaho komponent miqdori, %
1. Sof oltin	Au	19300 gacha	Oltin	30-100
2. Galenit	PbS	7400-7600	Qo'rg'oshin	86,6
3. Kassiterit	SnO ₂	6100-7300	Qalay	78,8
4. Sheelit	CaWO ₄	6000	Volfram uch oksidi	80,6
5. Gematit	Fe ₂ O ₃	5000-5200	Temir	70,0
6. Magnetit	Fe ₃ O ₄	4800-5200	Temir	72,4
7. Xromit	(Fe, Mg)Cr ₂ O ₄	4000-4800	Xrom ikki oksidi	68,0
8. Pirit	FeS ₂	4900-5200	Temir, oltingugurt	46,55; 53,45
9. Ilmenit	FeTiO ₃	4600-4800	Titan	31,6
10. Molibdenit	MoS ₂	4300-5000	Molibden	59,94
11. Pirolyuzit	MnO ₂	4820	Marganes	63,2
12. Barit	BaSO ₄	4300-4500	Bariy oksidi	65,7
13. Xalkopirit	Cu FeS ₂	4100-4300	Mis	34,36
14. Rutil	TiO ₂	4200-4400	Titan	59,9
15. Sflerit	ZnS	3900-4100	Rux	67,1
16. Siderit	FeCO ₃	3500-3900	Temir	48,3
17. Magnezit	Mg CO ₃	3000	Magniy oksidi	47,6

18. Kalsit	Ca CO ₃	2700-2730	Kalsiy oksidi	56,0
19. Kvars	SiO ₂	2650-2700	Kremniy	46,7
20. Xrizotilli asbest	3MgO·2SiO ₂ ·2H ₂ O	2600-2650	Asbest	-
21. Ko'mir	S	1200-1800	Ko'mir	Do 100

Mineral zarralarning shakl koeffitsientlarining taxminiy qiymatlari:

Sharsimon 1
Dumaloq, silliq 0,8-0,9
Serqirra 0,7-0,8
Cho'zinchoq 0,7-0,6
Plastinkasimon, ninasimon 0,6-0,2

2.2-jadvalda eng katta bir xil o'lchamga (10 mm) ega turli geometrik shakldagi zarralar uchun d_e va ω ning qiymatlari keltirilgan.

Turli geometrik shakldagi zarralar uchun d_e va ω qiymatlarining kattaliklari (miqdorlari)

Shakllari, o'lchamlari, mm	d_e	ω
1. 10 diametrli shar	10	1
2. 10 ichki diagonalga ega bo'lgan, qirra uzunligi 5,73 mm li kub	7,16	0,806
3. Parallelepiped: 2,18×4,36×8,73, 10 ichki diagonalga ega	5,41	0,69
4. Plastina 7,06×7,06×0,5	3,63	0,362
5. Silindr: $d = 0,5$ mm; $l = 9,99$	2,47	0,238

Bir xil eng katta o'lchamga ega bo'lgan, lekin shakli bo'yicha ancha farq qiladigan zarralar har xil d_e va ω bilan ham tavsiflanadi.

2.3-jadvalda ayrim minerallar uchun ω shakl koeffitsientlari miqdorining tavsifiya qilinadigan qiymatlari keltirilgan.

Biroq shuni e'tiborga olish lozimki, har qanday mineral maydalashdan va yanchishdan so'ng turli shakl zarralarini ifodalaydi, ular uchun sferiklik (shakl) ko'effitsientlarining miqdori (kattaligi) ayrim chegaralarda o'zgaradi, ya'ni ω kattalik (miqdor) qat'iy belgilanmaydi. Agar sferiklik ko'effitsienti, masalan, ko'mir zarralari uchun 0,650 ga teng deb qabul qilingan bo'lsa, unda bu kattalik butun ko'mir zarralari jamlanmalari shakl ko'effitsientlarining o'rtacha qiymati hisoblanadi.

2.3-jadval

Ayrim minerallar uchun ω shakl ko'effitsientlari kattaligining tavsiya etiladigan qiymatlari

Minerallar	Sferiklik ko'effitsienti, ω
Ko'mir	0,650
Antratsit	0,397-0,666
Maydalangan kvars	0,710
Kvarsli silliq qum	0,833-0,855
Slanes	0,286-0,315
Kassiterit	0,710
Galenit	0,806
Slyuda	0,280

Bundan tashqari, kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, yanchilgan minerallar yirikligining kamayishi bilan ω ning qiymati ortadi.

Alohida mineral zarralarni bir vaqtning o'zida uchta o'lcham bilan tavsiflash juda noqulay. Agar Arximed qonunini hisobga olgan holda, zarralar yuzalari maydonining yig'indisini uning massasiga nisbatiga teng bo'lgan zarraning solishtirma yuzasi S_s tushunchasi kiritilsa, bu o'lchamlarni umumlashtirish mumkin.

Shar shakliga ega bo'lgan zarra uchun,

$$S_s = \pi d^2 / [(\pi d^3 / 6)(\delta - \Delta)],$$

(2.3)

bunda, Δ - ajralish muhiti zichligi.

ω shakl ko'effitsientiga ega bo'lgan noto'g'ri shakldagi zarra uchun solishtirma yuza quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, m^2/kg

$$S_s = 6 / [d_s(\delta - \Delta)\omega],$$

(2.3a)

S_s kattalik bir vaqtning o'zida zarra o'lchamini (d_s), uning zichligini (δ), Arximed qonunini ($\delta - \Delta$) va zarra shaklini (ω) hisobga

oladi. Ajralish muhiti oqimining zarraga gidrodinamik ta'sirida zarra harakati xususiyatini aniqlash uchun Arximed qonunini hisobga olish muhimdir.

Agar 2.2-jadvalda keltirilgan turli shakldagi zarralar zichligini 2700 kg/m^3 ga teng deb qabul qilinsa, u holda suvda ularning solishtirma yuzasi S_s quyidagini tashkil etadi:

m^2/kg

Shar uchun	0,352
Kub uchun	0,612
Parallelepiped uchun	0,945
Plastina uchun	2,686
Silindr uchun	6,004

Shakli bo'yicha farq qiladigan hajmi bo'yicha teng zarralar uchun ω kattalikning kamayishi bilan ularning solishtirma yuzasi ortadi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, zarralarning bir xildagi kichikroq chiziqli o'lchamida shaklning shar shaklidan ancha farq qiladigan tomonga o'zgarishi bilan ularning solishtirma yuzasi ortadi.

2.4-jadvalda bir xil hajmga, lekin turli shaklga ega bo'lgan zarralar uchun S_s va ω larning qiymatlari keltirilgan, bunda noto'g'ri shaklli zarralar o'lchamlarining o'zaro nisbati xuddi 2.2-jadvaldagi kabi.

2.4-jadval

$\delta = 2700 \text{ kg/m}^3$, $\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$ sharoitda bir xil $d_s = 10 \text{ mm}$ li zarralar uchun S_s va ω larning qiymatlari.

Shakli; o'lchamlari, mm	F_{zar} , sm^2	S_s , m^2/kg	ω
1. 10 diametrli shar	3,140	0,352	1,0
2. Qirra uzunligi 8,058 kub	3,896	0,436	0,805
3. Parallelepiped 16,12×8,06×4,03	5,847	0,655	0,537
4. Plastina 19,48×19,48×1,37	8,657	0,970	0,363
5. Silindr: $l = 64,366$; $d = 3,22$	6,666	0,747	0,471

III BOB. AJRALISH MUHITINING TAVSIFI

Boyitishning gravitatsion usullarida ajralish muhiti sifatida quyidagilardan foydalaniladi: havo, suv va suvning zichligi bilan taqqoslaganda yuqori darajada zichligi bilan tavsiflanuvchi og'ir muhitlar.

Ajralish muhitlari *zichligi* va *qovushqoqligi* bilan tavsiflanadi.

Muhit zichligi (Δ) uning massasining egallab turgan hajmiga nisbatiga teng va kg/m^3 da o'lchanadi.

Atmosfera bosimida va 20 °S haroratda havoning zichligi 1,23 kg/m^3 teng. Shu sharoitlarda suv uchun $\Delta_s = 1000 \text{ kg/m}^3$. Og'ir muhitlar $\Delta_o > 1000 \text{ kg/m}^3$ ega. Shuni e'tiborga olish joizki, harorat va atmosfera bosimi o'zgarganda, havo yoki har qanday gaz zichligi jiddiy o'zgaradi, bu vaqtda suv va og'ir muhitlarning zichligi ahamiyatsiz miqdorda o'zgaradi va uni doimiy miqdor deb hisoblash mumkin.

Ajralish muhitining *qovushqoqligi* (μ) - uning elementar qatlamlarining nisbiy harakatiga qarshilik ko'rsatish xususiyati. Bir-biriga nisbatan qatlamlar sirpanishida yuzaga keladigan kuchlar ichki ishqalanish kuchlari deyiladi, ichki ishqalanish mavjudligini tavsiflovchi muhit esa *qovushqoq* muhit deyiladi.

Suyuqlikning harakatlanuvchi qo'shni qatlamlari o'rtasida yuzaga keladigan ichki ishqalanish kuchlari nisbiy harakat tezligiga va qatlamlar tegishi yuzasi maydoniga to'g'ri proporsional. Bu kuchlar muhit turiga bog'liq va bosimga bog'liq emas.

Agar muhit (suyuqlik yoki gaz) tinch holatda bo'lsa, unda uning qovushqoqligi hech qanday namoyon bo'lmaydi. "Qovushqoqlik" tushunchasi dinamik qo'zg'aluvchan muhitlar uchun xususiyatli, shuning uchun qovushqoqlikning miqdori qovushqoqlikning dinamik koeffitsienti μ , Pa·s bilan baholanadi. 3.1-jadvalda $1,01 \cdot 10^5$ Pa. Atmosfera bosimida ayrim muhitlar qovushqoqligining dinamik koeffitsientining miqdori keltirilgan.

Ta'kidlash lozimki, ajralish muhitining qovushqoqligi uning haroratiga bog'liqdir. Harorat ortishi bilan muhit qovushqoqligi kamayadi.

3.1-jadval

Qovushqoqlik dinamik koeffitsienti miqdorlari

Muhit	Harorat, °S	μ , Pa·s
Havo	20	0,00002
Suv (H_2O)	20	0,00101
	0	0,00118
Aseton (CH_3COCH_3)	20	0,000325
	0	0,000397
Simob (Hg)	20	0,001554
	0	0,001685
Sirka kislota (CH_3COOH)	20	0,00122
	0	0,000965
To'rt xlorli uglerod (CCl_4)	20	0,001329
	0	0,001194
Etil spirti ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	20	0,001785
	0	0,000584
Metil spirti (CH_3OH)	20	0,000817
	0	0,0025
Kerosin	18	0,025
Yengil neft	18	0,14
Og'ir neft	18	0,87
Glitserin	20	

Laboratoriya tadqiqotlarida og'ir muhitlar sifatida *bir jinsli* og'ir suyuqliklardan foydalaniladi. Ular xlorli rux va xlorli kalsiy tuzlari eritmasi, shuningdek, sun'iy og'ir suyuqliklar va b.lardan iborat. Ularning tavsifi 3.2-jadvalda keltirilgan. Bir jinsli og'ir suyuqliklar foydali qazilmalarni boyitish amaliyotida ularning qimmatligi va zaharli bo'lganligi tufayli juda kam qo'llaniladi.

Bir jinsli og'ir suyuqliklar tavsifi

Suyuqlik	Kimyoviy formula	Zichlik, kg/m ³ ; rang	Suvda eruvchanligi va xossalari
Organik			
Bromoform	CHBr ₃	2890; rangsiz	Erimas; $\mu=0,0022 \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $t_q=151^\circ\text{C}$; $t_{zam}=7,8^\circ\text{C}$.
Tetrabrom-etan	C ₂ H ₂ Br ₄	2960; rangsiz	Erimas; $\mu=0,011 \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $t_q=137^\circ\text{C}$; $t_{zam}=-20^\circ\text{C}$.
Yodli metilen	CH ₂ I ₂	3320; rangsiz	Erimas; yorug'likda qorayadi; $\mu=0,04 \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $t_q=180^\circ\text{C}$; $t_{zam}=5^\circ\text{C}$.
Klerichi suyuqligi	CH ₂ (COOTI) ₂ ·HCOOTI	4250; sariq	Eruvchan; $\mu=0,05 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
Noorganik			
Xlorli rux	ZnCl ₂	2500; rangsiz	Eritmada eruvchan $\Delta=1800 \text{ kg/m}^3$; $\mu=0,0011 \text{ Pa}\cdot\text{s}$.
Xlorli kalsiy	CaCl ₂	2500; rangsiz	Eritmada eruvchan, $\Delta=1350 \text{ kg/m}^3$; $\mu=0,0051 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
Tula suyuqligi	HgI ₂ + KJ	3170; sariq	Eruvchan, metallar va metall sulfidlari bilan reaksiyaga kirishadi
Rorbax suyuqligi	BaI ₂ + HgI ₂	2500; sariq	Eruvchan, metallar va metall sulfidlari bilan reaksiyaga kirishadi
M-44 suyuqligi	ZnI ₂ + BaI ₂	2900	Eruvchan; $\mu=0,009 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
M-45 suyuqligi	BaI ₂ + CdI ₂	2900	Eruvchan; $\mu=0,009 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Tuzlar yoki og'ir suyuqliklar va erituvchilar (suv)ning og'irlik yoki hajmiy o'zaro nisbatini o'zgartirgan holda, tayyorlanadigan suyuqlik zichligini sekin o'zgartirish mumkin. Masalan, Tula suyuqligini suyultirib (aralastirib), 1000 dan 3170 kg/m³ gacha oraliq zichlikdagi har qanday eritmalar olish mumkin. x , d.ye. orqali

2700 kg/m³ zichlikka ega bo'lgan eritmada hajmi bo'yicha Tula suyuqligining miqdorini belgilaymiz. U holda quyidagi tenglik haqqoniydir:

$$3170 \cdot x + 1000(1-x) = 2700; \quad x = 1700/2170 = 0,7834 \text{ d.ye.}, \text{ yoki } x = 78,34 \%$$

1500 kg/m³ zichlikka ega xlorli rux eritmasining 1 litrini tayyorlash uchun xlorli rux hajmini quyidagi miqdorda olish lozim: $2500 \cdot x + 1000(1-x) = 1500$; $x = 500/1500 = 0,3(3)$; $x = 333,3 \text{ sm}^3$, bu $333,3 \cdot 2,5 = 833 \text{ g}$. ni tashkil etadi. Berilgan zichlikdagi eritmani tayyorlash uchun suvning talab etilgan hajmi $1000 - 333,3 = 666,7 \text{ ml}$. ni tashkil etadi.

Sanoat sharoitlarida og'ir muhitlar sifatida bir jinsli bo'lmagan og'ir suyuqliklar – suspenziyalar – og'irlashtirgich deb nomlanuvchi maydalangan (kukunsimon) og'ir minerallar va suv aralashmalari keng qo'llaniladi. Og'irlashtirgichlar sifatida tabiiy va sun'iy og'ir minerallar: magnetit, pirit, barit, ferrosilitsiy va b.lardan foydalaniladi. Boyitish fabrikalarida suspenziyani tayyorlash uchun, odatda, toza tabiiy minerallar emas, balki ularning boyitmalari qo'llaniladi. Masalan, ko'mirni boyitish fabrikasida ko'pincha zichligi 4400 – 4500 kg/m³ bo'lgan magnetitli boyitmalar, ruda boyitish fabrikalarida esa zichligi 6800 kg/m³ bo'lgan ferrosilitsiy – kremniy (15 – 17 %) ning temir bilan qotishmasidan foydalaniladi.

Suspenziyaning zichligi og'irlashtirgichning zichligiga va uning suspenziyadagi hajmiy va massali miqdoriga bog'liqdir. *Suspenziyani tavsiflovchi miqdoriy ko'rsatkichlari suspenziyaning parametrlari deyiladi.* Suspenziya parametrlari: suspenziya zichligi Δ_s , kg/m³; og'irlashtirgichning zichligi δ , kg/m³; og'irlashtirgichning hajm bo'yicha miqdori V_T , d.ye.; og'irlashtirgichning massa bo'yicha miqdori T_v , d.ye.

Suspenziya parametrlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik muvozanat quyidagi tenglamadan aniqlanishi mumkin

$$V_c \Delta_c = V_T \delta + (V_c - V_T) \cdot 1000, \quad (3.1)$$

bunda, V_c va V_T – mos ravishda suspenziya va og'irlashtirgich (qattqlik) hajmlari; 1000 – suvning zichligi.

$V_c = 1 \text{ m}^3$ bo'lganda, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\Delta c = V_T \delta + (1 - V_T) \cdot 1000, V_T = (\Delta c - 1000) / (\delta - 1000) \quad (3.2)$$

1 m³ suspenziyadagi og'irlashtirgichning massasi quyidagiga teng, kg

$$Q_T = V_T \delta = \delta(\Delta c - 1000) / (\delta - 1000) \quad (3.3)$$

Bunda og'irlashtirgichning massa ulushi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, d.ye.

$$V_T = V_T \delta / \Delta c = \delta(\Delta c - 1000) / [(\delta - 1000)\Delta c] \quad (3.4)$$

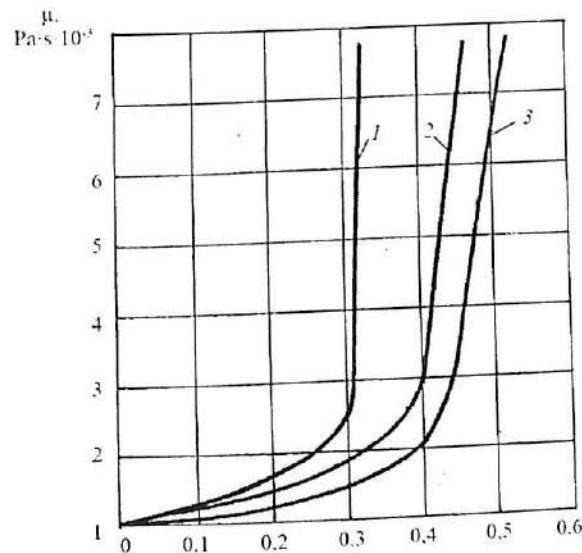
Berilgan hajmdagi suspenziyani tayyorlash uchun og'irlashtirgich massasi quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin, kg

$$Q_T = V_s \delta (\Delta c - 1000) / (\delta - 1000) \quad (3.5)$$

Suyuqlik va og'irlashtirgichdan hosil bo'lgan suspenziyaning qovushqoqligi suspenziya tayyorlan uchun ishlatiladigan suyuqlikning qovushqoqligidan ancha yuqori bo'ladi. Suspenziyaning qovushqoqligi og'irlashtirgich zarralarining yirikligiga va uning suspenziyadagi konsentratsiyasiga bog'liq. Og'irlashtirgich zarralari yirikligining kamayishi bilan suspenziyaning qovushqoqligi oshadi. Og'irlashtirgichning konsentratsiyasi oshishi bilan suspenziyaning qovushqoqligi ham oshib boradi. Bundan tashqari, tinch holatda suspenziya qanchadir darajada qotadi, ya'ni qattiq jism xossalari ega bo'ladi. Bu hodisa *tuzilma hosil qilish* deyiladi. Bunda suspenziya quyushtadi. Bunday holatda suspenziya o'z xossalari bo'yicha egiluvchan deformatsiyaga ega bo'lgan plastik jismni eslatadi. Suspenziyaning quyushtash hodisasi *tiksotropiya* deb nomlanadi. Quyushtashgan harakatsiz suspenziyalar siljishning chegaraviy kuchlanishi τ_0 deb nomlanuvchi qo'shimcha kuch bilan tavsiflanadi, ya'ni, suspenziyaning harakatlanishi boshlanishi uchun qo'shimcha kuch qo'shish lozim. τ_0 kattalik har xil suspenziyalar uchun keng miqyosda o'zgarib turadi. Masalan, tuzilmali qovushqoqlikka ega bo'lgan aniq vakillar - tuproqli suspenziyalar uchun siljishni boshlang'ich kuchlanishining qiymati 3-4 N/m² chegarada bo'ladi.

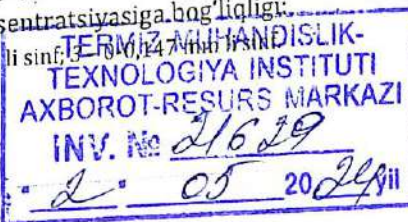
Boyitish amaliyotida tuzilmali suspenziyalar ikkita turga bo'linadi: kuchsiz tuzilmali, $\tau_0 < 30 \text{ N/m}^2$ bo'lganda va tuzilmali, $\tau_0 > 30 \text{ N/m}^2$ bo'lganda.

3.1-rasmda turli og'irlashtirgichlardan tayyorlangan suspenziyalar qovushqoqligini og'irlashtirgichning yiriklikdagi bog'liqligi ko'rsatilgan. Ushbu rasmdagi egri chiziqlar, avvalo, og'irlashtirgichning 0,3-0,4 d.ye. dan ortiq hajmiy konsentratsiyasida suspenziyaning haqiqiy qovushqoqligi keskin oshganini bildiradi, bu og'ir muhitlarda boyitish ko'rsatkichlarida salbiy namoyon bo'ladi. Suspenziya qovushqoqligining oshishi zichligi bo'yicha ajraladigan mineral zarralarning cho'kish harakat tezligini keskin kamaytiradi, bu esa boyitiladigan materialning minimal yirikligini oshishiga va qo'llaniladigan uskunalr unumdorligining kamayishiga olib keladi.



3.1-rasm. Galenitli suspenziyada haqiqiy qovushqoqlikni qattqlik (og'irlashtirgich)ning hajmiy konsentratsiyasiga bog'liqligi:

1 - 0-0,005 mm li sinf; 2 - 0-0,074 mm li sinf; 3 - 0-0,475 mm li sinf



Bir jinsli bo'lmagan og'ir muhitlar-suspenziyalar *barqarorligi* bilan tavsiflanadi. Suspenziyaning barqarorligi deganda, suspenziyaning balandligi bo'yicha turli qatlamlarida og'irlashtirgichning konsentratsiyasini doimiyligini saqlash xususiyati, ya'ni butun balandlik bo'ylab suspenziya zichligining doimiyligini saqlash tushuniladi.

Dispers tizimlarning molekular-kinetik va agregatli barqarorligi farqlanadi.

Molekular-kinetik barqarorlik gravitatsion va markazdan qochirma kuchlar ta'siri ostida og'irlashtirgich zarralarini cho'kmaga tushish darajasi bilan tavsiflanadi. Boyitish amaliyotida qo'llaniladigan suspenziyalar kinetik barqaror hisoblanmaydi.

Agregatli barqarorlik - qattiq, muallaq zarralarning boshqa zarralar bilan yopishishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati bilan tavsiflanadi. Zarralar agregatini hosil qilish (ularni yaxlitlash) kinetik beqarorlikni kuchaytiradi va suspenziyalar qovushqoqligini oshiradi.

Suspenziyaga liofilli kolloidlarni qo'shish bilan suspenziyalarning agregatli barqarorligini oshirishga erishiladi, bunda og'irlashtirgich zarralarining yuzasini suv bilan namlanishi oshadi. Sulfitli ishqoriy eritma, eruvchi shisha, duradgorlik yelimi, kraxmal va boshqalar kabi kolloidli moddalarning ozgina (og'irlashtirgich massasidan 0,001 - 0,2 %) qo'shilmasi galenitli va ferrosilitsiyli suspenziyalarning qovushqoqligini 4 martagacha kamaytiradi.

Amaliyotda suspenziyalarning barqarorligi harakatsiz suspenziyada tinigan suv qatlamini hosil bo'lishi tezligi bilan baholanadi. Bunday usul suspenziyalar barqarorligini qiyosiy baholash uchun qo'llaniladi.

1-§. Ajralish muhitining asosiy parametrlarini aniqlash usullari

Zichlikni aniqlash

Muhitning zichligini aniqlash usuli uning fizika-mexanik xossalari bog'liq. Havo va suvning zichligi ma'lum. Bir jinsli og'ir suyuq-

liklarning zichligi zichliklarning belgilangan ko'lamiga hisoblangan areometrlar bilan o'lchanadi.

Suspenziyalar (shuningdek, bo'tananing) zichliklarini aniqlash uchun oqayotgan suspenziya va bo'tana zichligini uzluksiz nazorat qilish imkonini beruvchi turli tuzilishga ega zichlik o'lchagichlar qo'llaniladi. Bunday asboblarning ishlash qoidalari quyidagi usullarga asoslanadi: tarozili, areometrik, pezometrik, gidrostatik, manometrik, elektromagnitli va radiometrik.

Tarozili turdagi zichlik o'lchagichlarning ishlash qoidasi oqayotgan bo'tananing belgilangan hajmini avtomatik tarozilarda doimiy tortib o'lchashga asoslangan. Areometrik usul bilan zichlik suspenziyaga qalqovuch (po'kak)ning botish darajasi bo'yicha o'lchanadi. Pezometrik usul belgilangan chuqurlikda pezometrik havo trubkasi orqali bo'tanaga puflanganda bo'tana tomonidan ko'rsatiladigan aks bosimni o'lchash qoidasiga asoslangan. Gidrostatik usulda pezometrik trubkaga siqilgan havo o'rniga doimiy bosim ostida suv beriladi. Induksion datchiklar bilan plunjer orqali bog'langan qalqovuchlarga (po'kaklarga) o'rnatilgan differensial o'lchov tizimining silindrlariga ham suv beriladi. Manometrik turdagi zichlik o'lchagichlar har xil balandlikdagi suspenziya oqimining ikki nuqtasida manometrik bosim tafovuti bo'yicha suspenziya zichligini o'lchaydi.

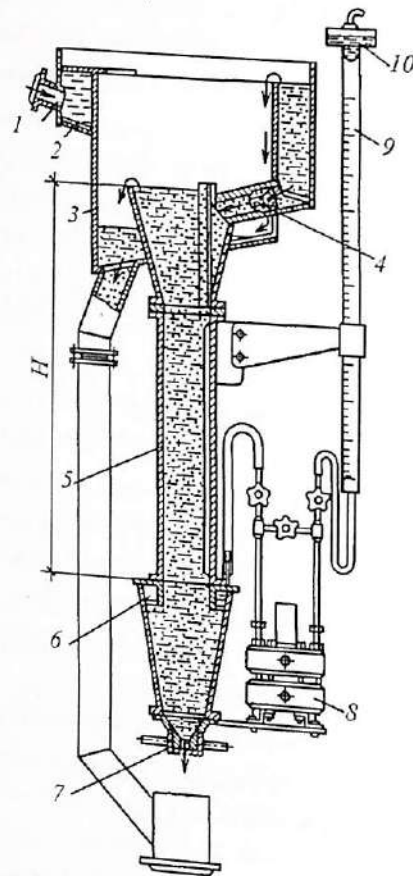
Zichlikni o'lchashning elektromagnitli usuli o'rama g'altakning ichki bo'shlig'ida quvur bo'ylab oqayotgan magnetitli yoki ferrosilitsiyli suspenziyaning zichligini o'zgartirish bilan o'rama g'altak induktivligini o'zgartirishga asoslangan.

Radiometrik yoki radioizotopli usul turli moddalar bilan gamma-nurlarni kuchsizlantirish qonunlariga asoslangan.

Ko'mir boyitish fabrikalarida ko'pincha 3.2-rasmda ko'rsatilgan RPSM turidagi manometrik zichlik o'lchagichdan foydalaniladi.

Bunday asbob faqat oqayotgan suspenziya zichligini uzluksiz nazorat qilish uchungina emas, balki uni avtomatik boshqarish tizimida ham muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Zichlik o'lchagich difmanometr qayd etadigan va asboblarga zichlikni qayd etuvchi va tartibga

soluvchi elektr signali yordamida uzatiladigan $H = 1$ m balandlikdagi suspenziya ustuni bosimini doimiy o'lchaydi. Asbobdan $d_{\max} = 3$ mm li qattiq zarralar suspenziyasi yoki bo'tanasi zichligini o'lchash uchun foydalanish mumkin va 1 kg/m^3 sezuvchanlikka ega. O'rnatma teshigining diametri 14 mm bo'lganda, quyish o'rnatmasidan chiqadigan suspenziyaning sarfi $1-0,75 \text{ l/s}$ ni tashkil qiladi.

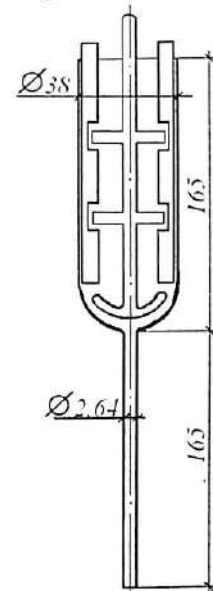


3.2-rasm. RPSM zichlik o'lchagichi datchigining tuzilishi:
1, 4 – patrubkalar; 2 – havo ajratgich; 3 – to'plagich; 5 – o'lchash quvuri;
6 – bosim oluvchi halqali kamera; 7 – quyish uchun uchlik o'rnatma; 8 – difmanometr DM-6;
9 – kompensator quvuri; 10 – gidravlik kompensator

Qovushqoqlikni aniqlash

Oquvchan muhitlarning qovushqoqligini o'rganish uchun *viskozimetrlarning* har xil turlaridan foydalaniladi, ularni tanlashga muhitning fizika-mexanik xossalari jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Amaliyotda viskozimetrlarning quyidagi turlari qo'llaniladi: kapillyarli (aralashtirgichli, vakuumli, bosimli); rotatsion (yoki koaksial silindrli); suyuqlik to'ldirilgan silindrga tushadigan sharik yordamida qovushqoqlikni o'lchash bilan; elektromexanik. Gravitatsion boyitish muhitining qovushqoqligini o'rganish uchun ko'pincha kapillyar viskozimetrlardan, kam hollarda rotatsionlardan foydalaniladi. Rotatsion viskozimetrlar suyuqliklar va mayin dispersli suspenziyalar qovushqoqligini uzluksiz nazorat qilish uchun qo'llaniladi.

Aralashtirgichli kapillyar viskozimetrlar (3.3-rasm) tuzilmasiz muhitlar qovushqoqligining nisbiy dinamik koeffitsientini aniqlash uchun qo'llaniladi. Viskozimetr 2,64 mm diametrli kapilyarga o'tadigan silindr ko'rinishidagi shisha idishdan iborat.



3.3-rasm. Aralashtirgichli kapillyarli viskozimetr.

Viskozimetrdan foydalanganda suspenziya qovushqoqligini aniqlash uchun silindrlar qismga yupqa listli metallardan (mis, latun yoki temirdan) metall qirralar o'rnatiladi va aralashtirgich qo'yiladi. Qo'lda aylantiriladigan aralashtirgich ishlaganda qirralar suspenziya aylanib ketishining oldini oladi.

Suspenziya qovushqoqligi kapillyar orqali uning belgilangan hajmini (100-150 sm³) oqib chiqishi tezligi bo'yicha shu hajmdagi suv oqib chiqishi tezligi bilan taqqoslab o'lchanadi. Shuning uchun aniqlanadigan qovushqoqlik nisbiy qovushqoqlik deyiladi

$$\mu_{\text{mc}} = \mu_{\text{cye}} \frac{t_{\text{cye}} \cdot \Delta_{\text{cye}}}{t_{\text{cye}} \cdot \Delta_{\text{cye}}} = \Delta_{\text{cye}} \frac{t_{\text{cye}}}{t_{\text{cye}}} \cdot 10^{-6}, \quad (3.6)$$

bunda, $\Delta_{\text{sus}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\mu_{\text{suv}} = 0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$; t_{sus} , t_{suv} - suspenziya va suvning oqib chiqishi vaqti, s.

Vakuumli va bosimli kapillyar viskozimetrlar tuzilishining ancha murakkabligi, nasos (va vakuum-nasos) ning mavjudligi bilan farqlanadi hamda o'rganilayotgan oquvchan muhitning kapillyar orqali oqib chiqish sharoitlarini o'zgartirish, shuningdek, diametri va uzunligi bilan farq qiladigan almashinuvchi kapillyarlardan foydalanish imkonini beradi.

Rotatsion viskozimetrlar biri ikkinchisiga koaksial o'rnatilgan ikkita silindrdan iborat. silindrlardan biri doimiy tezlik bilan aylanadi. Buraladigan prujinaga osilgan ikkinchi silindr tadqiq qilinayotgan suyuqlik qovushqoqligining miqdoriga bog'liq holda qandaydir burchakka buriladi. silindrning burilish burchagi (osma prujinaning buralish burchagi)ning kattaligi bo'yicha suyuqlikni qovushqoqlik koeffitsientining miqdori haqida mulohaza qilinadi.

2-§. Fraksion tahlil

Foydali qazilmalarda turli zichlikdagi fraksiyalarning miqdori va sifati bo'yicha o'zaro nisbatlarini o'rganish maqsadida foydali qazilmalarni har xil zichlikdagi fraksiyalarga ajratish fraksion tahlil deyiladi. Fraksion tahlil ma'lumotlari asosida gravitatsion boyitishning

nazariy mumkin bo'lgan texnologik ko'rsatkichlarini hisoblash va tanlash imkonini beruvchi foydali qazilma boyitilishining egri chiziqlari tuziladi.

Yiriklikning har xil sinflari fraksion tahlilga yuboriladi. Har bir o'lcham sinfidagi zarralarni zichligi bo'yicha fraksiyalarga ajratish zichligi ma'lum bo'lgan, oldindan tayyorlangan og'ir muhitlarda amalga oshiriladi. Og'ir muhitlar sifatida bir jinsli organik suyuqliklar, tuz eritmalari, suspenziyalardan foydalaniladi. 1 mm dan katta yiriklik sinflarining tahlili statik sharoitlarida kichikroq sig'implarda zichliklari har xil muhitlarda o'tkaziladi. 1 mm dan kichik yiriklik sinflari sE-3 turidagi sentrifugalarni qo'llagan holda dinamik sharoitlarda tahlil qilinadi.

Ko'mirning fraksion tahlili uchun ko'mirning alohida yiriklik sinflaridan namuna tanlab olinadi:

Eng katta bo'laklar o'lchami, mm:.. 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5;

Namunaning eng kichik massasi, kg: 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5.

Har bir namuna tahlildan oldin 0,5 mm teshikli elakda suv bilan yuvib shlamisizlantiriladi.

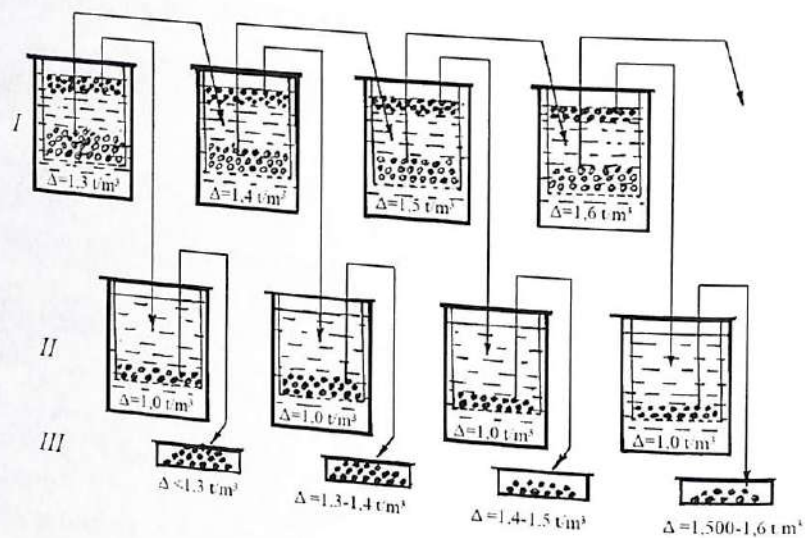
Ko'mir namunasi uchun quyidagi zichlikdagi og'ir suyuqliklardan foydalaniladi: 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, ba'zan, 2000, 2200 kg/m³.

Ruda namunalarini zichligi bo'yicha qatlamlarga ajratish uchun 2400, 2700, 3000, 3500, 4000, 4200 kg/m³ zichlikdagi og'ir suyuqliklar yoki suspenziyalar qo'llaniladi. Og'ir muhitlar zichliklarining shkalasi rudadagi yengil va og'ir minerallarning o'zaro nisbatlariga bog'liq holda boshqacha bo'lishi ham mumkin.

Tayyorlangan suyuqliklar yoki suspenziyalarga mahsulot osti to'rsimon bakcha yordamida 10 kg. dan oshmagan porsiyalarda sekin-asta tushiriladi (cho'ktiriladi), har safar to'rsimon cho'mich bilan yuzaga qalqib chiqqan yengil fraksiyalar olib tashlanadi (3.4-rasm). Shu tarzda ajratib olingan yengil fraksiyalar suvda yuviladi, quritiladi, o'lchanadi, ajratishga yo'naltiriladi, shundan so'ng kul (ko'mirning

miqdorini yoki qimmatbaho komponent (rudani) miqdorini aniqlash uchun kimyoviy tahlilga yuboriladi.

Cho'kkan fraksiyalar to'rtli bakhchada keyingi (yuqori) zichlikdagi og'ir suyuqlik idishiga olib o'tiladi va tahlil qaytariladi. Har bir olingan fraksiyaning fraksion va kimyoviy tahlili jadvalga kiritiladi. 3.3-jadvalda -6+3 mm sinfdagi ko'mirni fraksion tahlilining natijalari misol tarzda keltirilgan. Sezilib turibdiki, ko'mirni boyitish mahsulotlari sifati qiymatsiz komponent - kulning miqdori bilan baholanadi va d (A^d) indeksli A harf bilan belgilanadi.



3.4-rasm. Ko'mirning fraksion tahlilini o'tkazish sxemasi:
I - fraksion tahlil; II - fraksiyani yuvish; III - tayyor fraksiyalar

3.3-jadvalda qalqib chiqqan fraksiyalarning chiqishi (ustun 6) elementar fraksiyalar chiqishlarining yuqoridan pastga jamlanmasi bilan, cho'kkan fraksiyalar chiqishi (ustun 8) - elementar fraksiyalar chiqishlarining pastdan yuqoriga jamlanmasi bilan hisoblanadi. Qalqib chiqqan fraksiyalarning kulchanligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, %.

$$A_{yp}^d = \frac{Y \cdot B^d}{Y}, \quad (3.7)$$

Masalan, < 1400 kg/m³ zichlikdagi fraksiyalar uchun

$$A_{yp}^d = \frac{250,45 + 145,81}{70,92} = 5,59\%$$

< 1500 kg/m³ zichlikdagi fraksiyalar uchun

$$A_{yp}^d = \frac{250,45 + 145,15}{70,94} = 5,88\% \quad \text{va x.k.}$$

3.3-jadval

6-3mm sinfli ko'mirning yoyilgan fraksion xususiyati

Fraksiyalar zichligi, kg/m ³	Elementar fraksiyalar				Qalqib chiqqan fraksiyalar		Cho'kkan fraksiyalar	
	Chiqishi, γ		A^d , %	$\gamma \cdot A^d$, %	Jamlanma chiqishi, %	O'rtacha o'lchangan kulchanlik, %	Jamlanma chiqishi, %	O'rtacha o'lchangan kulchanlik, %
	kg	%						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<1300	4,01	50,09	5,0	250,45	50,09	5,00	100,0	<u>18,30</u>
1300-1400	1,66	20,83	7,0	145,81	70,92	5,59	49,91	31,64
1400-1500	0,40	5,02	10,0	50,20	75,94	5,88	29,08	48,09
1500-1600	0,18	2,27	20,0	45,40	78,21	6,29	24,06	56,22
1600-1800	0,32	3,94	30,0	118,20	82,15	7,43	21,79	61,38
1800-2000	0,21	2,58	40,0	103,20	84,73	8,42	17,85	68,31
2000-2200	0,23	2,91	65,0	189,15	87,64	10,30	15,27	73,09
>2200	0,99	12,36	75,0	927,00	100,00	<u>18,30</u>	12,36	75,00
Jami:	8	100,0	<u>18,30</u>	1829,41	-	-	-	-

Cho'kkan fraksiyalarning kulchanligi ham shunga o'xshash hisoblanadi, lekin hisoblash pastdan yuqoriga olib boriladi

> 2000 kg/m³ zichlikli fraksiyalar uchun

$$A_{yp}^d = \frac{927 + 189,15}{15,27} = 73,09\% \quad \text{va x.k.}$$

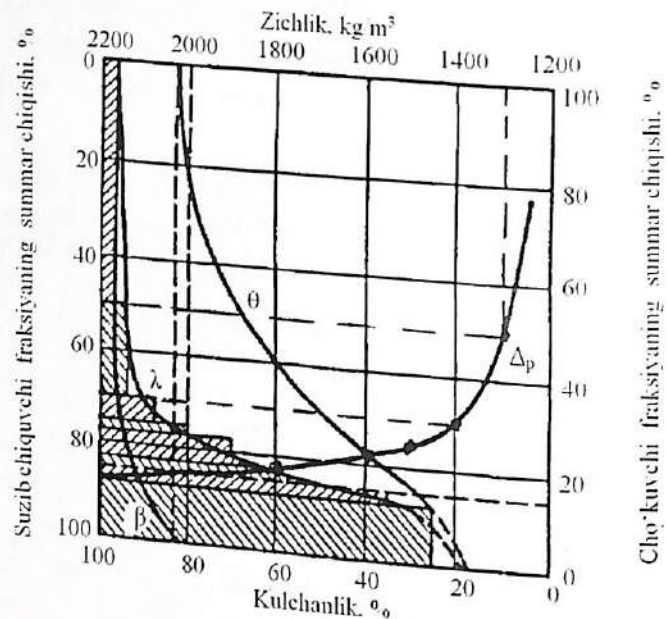
Ko'mirning yoyilgan fraksion xususiyatini hisoblash natijalari bo'yicha boyuvchanlik egri chiziqlari tuziladi (3.5-rasm), bunda

λ - elementar fraksiyalar egri chizig'i;

β - qalqib chiqqan fraksiyalar egri chizig'i;

θ – choʻkkan fraksiyalar egri chizigʻi;
 Δ_r – ajralish zichliklari egri chizigʻi.

Boyuvchanlik egri chiziqlari millimetrli qogʻozda 1mm: 0,5% masshtabda, yaʼni 200 x 200 mm oʻlchamli kvadratda tuziladi.



3.5-rasm. 6-3 mm sinfli koʻmir boyuvchanligining egri chiziqlari

λ egri chiziqni tuzish uchun avval elementar fraksiyalarning ustunli diagrammasi (shtrixlangan toʻgʻri toʻrtburchaklar) tuziladi. Toʻgʻri toʻrtburchaklarning vertikal oʻng tomonlari oʻrtasi boʻylab bir tekisda λ egri chiziq oʻtkaziladi. Soʻngra 4.1-jadvaldagi 6 va 7 ustunlar maʼlumotlaridan foydalanib, β egri chizigʻi tuziladi. Bunda β egri chizigʻining boshlanishi (yuqoridan) λ egri chizigʻining boshlanishiga toʻgʻri keladi, β egri chizigʻining oxiri esa tahlil qilinayotgan namunaning kulchanligiga mos keluvchi nuqtada boʻladi – $A^d = 18,3\%$.

θ egri chiziq 8 va 9 ustunlar sonlaridan foydalanib tuziladi. Bu egri chiziqning boshlanishi λ egri chiziq “kulchanlik” oʻqidagi oxirgi nuqtaga toʻgʻri keladi, θ egri chiziqning oxirgi nuqtasi 18,3 % kulchanlikka mos keladi (grafikning yuqori qismida).

Δ_r egri chiziq fraksion tahlil va gorizontali chiziqlar – ustunli diagrammaning elementar fraksiyalari chegaralari uchun foydalaniladigan suyuqliklar zichliklari kesishadigan nuqtalar boʻylab tuziladi.

Boyuvchanlik egri chiziqlari koʻmirni (yoki rudani) boyitishning nazariy mumkin boʻlgan koʻrsatkichlarining variantlarini hisoblash uchun qoʻllaniladi.

3.5-rasmda koʻrsatilgan misolda koʻmir boyitmasini berilgan kulchanligida nazariy mumkin boʻlgan chiqishini aniqlash mumkin. Jinslarning berilgan kulchanligida chiqindi (boʻsh jinslar)ning chiqishi ham aniqlash mumkin. Soʻngra muvozanat tenglamasidan foydalanib, oraliq mahsulotning chiqishi va kulchanligi hisoblanadi. Koʻmirni boyitishda, odatda, koʻmir rudasining kulchanligi 75 % ga teng deb qabul qilinadi. Boyitma kulchanligini oʻzgartirib, uning mumkin boʻlgan chiqish variantlari, shuningdek, bunda olinadigan oraliq mahsulotlarning chiqishlari va ularning kulchanligi koʻrib chiqiladi.

Qatʼiy tanlangan variant uchun Δ_r egri chiziqdan foydalanib, jinslar va boyitma ajralib chiqishida ajralish zichligi aniqlanadi.

Koʻmirning fraksion xususiyatidan foydalanib, uning boyuvchanligini baholash amalga oshiriladi.

IV BOB. GRAVITATSIYA USULLARIDA BOYITISHNING NAZARIY ASOSLARI

Sanoat uskunalarida zarralarni ajralishining ikkita – *gidravlik* va *qatlamlanuvchi* (*segregatsion*) turlari qo'llaniladi.

Zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlari gidrodinamik kuchlarga qaraganda kam bo'lganda zarralarning ajralishi gidravlik ajralishi deyiladi. Gidravlik ajralish erkin va siqilib tushish qonunlari bo'yicha sodir bo'ladi. Bunda tushishning katta tezligiga ega bo'lgan zarralar pastki qavatga, kam tezlikdagilar yuqori qavatga joylashadi.

Zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlari gidrodinamik kuchlarga ustunlik qilishida zarralarning tegib turishi (tutashishi) sharoitlarida ularning ajralishi segregatsion ajralish deb aytiladi. Qatlamlanish muhit yoki boyitish uskunasi ishchi yuzasi tebranishida yuzaga keladigan o'zgaruvchan yo'nalishning tug'yonlanuvchi kuchlari ta'siri ostida ro'y berishi mumkin. Bir xil zichlikdagi zarralar qatlamlanganda mayda zarralar yiriklaridan pastda joylashadi. Turli zichlikdagi zarralar qatlamlanganda pastki qatlamda mayda og'ir zarralar, ular ustida mayda yengil va yirik og'ir zarralar, yuqori qatlamda yirik yengil zarralar joylashadi. Qatlamlanish qiya tekislik bo'yicha oqadigan qattiq zarralarning miqdori ko'p bo'lgan bo'tana oqimlarida ham kuzatiladi.

Qatlamlanish og'irlik kuchi tezlanishidan oshmaydigan tug'yonlanuvchi kuchlar tezlanishida sodir bo'ladi. Aks holda zarralarning oddiy aralashtirilishi sodir bo'lishi mumkin.

Quyida zarralar gidravlik ajralishining nazariy asoslari ko'rib chiqiladi.

Boyitishning gravitatsion usullarida mineral zarralarning ajralishi ajralishning harakatlanuvchi muhitlarida amalga oshiriladi. Bunda zarralar muhit harakatlanuvchi oqimining gidrodinamik bosimini boshidan o'tkazadi. Bir vaqtning o'zida zarralarga yerning tortishish kuchi – og'irlik kuchi ham ta'sir ko'rsatadi. Zarralar og'irlik kuchi ta'siriga munosabati bo'yicha qarama-qarshi tomonga yo'nalgan muhit

qarshilik kuchini his etgan holda tushadi. Muhitda og'irlik kuchining miqdori Arximed qonuniga muvofiq itaruvchi kuch bilan qisman kompensatsiyalanadi (tiklanadi). Muhitda alohida olingan zarralarning tushish tezligi muhitning xossalariga va zarraning o'z xususiyatlariga- uning o'lchamiga, zichligiga va shakliga bog'liqdir.

Bitta muhitning o'zida o'z xususiyatlari bo'yicha farq qiladigan mineral zarralar turli traektoriyalar (harakat yo'llari) bo'ylab va turli tezlikda siljiydilar. Har bir zarraning yo'nalishi va harakat tezligi bir tomondan, oqimning gidrodinamik bosim kuchlarining zarraga bo'lgan miqdori va yo'nalishiga bog'liq bo'lsa, ikkinchi tomondan, ushbu muhitda zarralarning tushish tezligiga bog'liq bo'ladi. Oqimning gidrodinamik bosim kuchi va yo'nalishi, avvalo, ajralish muhiti (gorizontal, vertikal, qiya) oqimining tezligi va yo'nalishiga bog'liq. Zarracha tushish tezligining yo'nalishi har doim pastga vertikal bo'ladi. Zarralarning tushish tezliklaridagi farqlar ajralish muhitining harakatlanuvchi oqimlarida ularning ajralishini ta'minlaydi.

Ajralish jarayonlarida zarralarning tushish tezliklarining kattaligi ularning asosiy xususiyati hisoblanadi. Bu kattalik ko'pincha zarraning *gidravlik yirikligi* deb ataladi.

Alohida zarralarning tushish tezligini hisoblashga tadqiqotchilar doim juda ahamiyat berganlar, chunki zarralarning tushish qonunlarini bilish ajralish jarayonlarining texnologik parametrlarini, boyitishning kutiladigan texnologik ko'rsatkichlarini hisoblashni, shuningdek, gravitatsion boyitish uchun mashina va uskunalarni tanlashni amalga oshirish imkoniyatini beradi.

3-§. Muhitda jismlarning erkin tushishi

Boyitishning gravitatsion usullarida muhitda jismlarning tushishi *erkin tushish* deb ataladi, agar jism muhitning chegaralanmagan maydonida tushsa va uning tushishiga hech narsa xalaqit bermasa. Masalan, mineral zarraning suvli idishga tushishida tushayotgan zarra idish devoriga urilmasligi uchun idishning ko'ndalang kesimi yetarlicha

bo'lishi lozim. Laboratoriya tajriba sinovlarida erkin tushishni ta'minlash uchun idish diametri tushayotgan zarra diametridan kamida 30 marta ortiq bo'lgan idishlardan foydalaniladi. Mineral zarralar jamlanmasining tushishini o'rganishda agar barcha tushayotgan zarralar egallagan hajm zarralarning ushbu majmui joylashgan suyuqlik hajmining 3 % i dan oshmasa, unda erkin tushish ta'minlanadi, deb hisoblanadi.

Muhitda qattiq jism harakatining ikkita: laminar va turbulent tartibi mavjud, ular jismning muhit bilan oqib o'tish xususiyati yuzasidan ajralib turadi.

Oqib o'tishning *laminar*, bir tekis (ravon) tartibi harakatning kichikroq tezliklarida kuzatiladi. Bunda harakatlanuvchi jismga muhitning qarshilik kuchi suyuqlikning elementar qatlamlarining nisbiy siljishida ular o'rtaidagi ishqalanish kuchi bilan yuzaga keladi, ya'ni, muhit qarshilik kuchining miqdori muhit qovushqoqligiga bog'liq.

Sharning laminar oqib o'tishida muhit qarshilik kuchining miqdorini Stoks aniqlagan

$$P_B = 3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot v \cdot d \quad (4.1)$$

bunda, R_v - qovushqoqlik qarshilik kuchi, kgm/s^2 ; v - sharning muhitdagi harakat tezligi, m/s ; d - sharning diametri, m .

Oqib o'tishning *turbulent* tartibi muhitda jism harakatining nisbatan yuqori tezliklarida yuzaga keladi. Bunda harakatlanuvchi jismning oldida va orqasida bosim farqi yuzaga keladi. Bosimdagi farq harakatlanuvchi jismga dinamik yoki inersion qarshilikni shakllantiradi. Muhitning dinamik qarshiligining miqdori birinchi bo'lib Nyuton tomonidan aniqlangan

$$P_H = kF \frac{1}{2} v^2 \Delta$$

bunda, R_d - dinamik qarshilik kuchi, kgm/s^2 ; k - mutanosiblik koeffitsienti; F - jism harakatiga perpendikulyar yo'nalishli tekislikka jism proeksiyasining maydoni, m^2 .

Ritinger shar uchun R_d miqdorni aniqlagan, kgm/s^2

$$P_H = \frac{1}{2} \frac{\pi d^2}{4} \frac{v^2 \Delta}{2} = \frac{\pi}{16} v^2 d^2 \Delta \quad (4.2)$$

Qarshilikning u yoki bu turini ustunligi ularning o'zaro nisbatidan aniqlanadi

$$\frac{P_H}{P_B} = \frac{\pi d^2 v^2 \Delta}{16} \frac{1}{3 \pi \mu v d} = \frac{v \pi \Delta}{48 \mu}$$

$$P_H > P_B \text{ bo'lganda } \frac{v \pi \Delta}{\mu} > 48$$

$$P_H < P_B \text{ bo'lganda } \frac{v \pi \Delta}{\mu} < 48$$

$$P_H = P_B \text{ bo'lganda } \frac{v \pi \Delta}{\mu} = 48$$

Muhitda harakatlanuvchi qattiq jismning muhit bilan oqib o'tish tartibini tavsiflovsi kattalik $vd\Delta/\mu$ Reynolds parametri deyiladi, ya'ni,

$$\text{Re} = \frac{v \pi \Delta}{\mu} \quad (4.3)$$

Tadqiqotlar natijasida o'rnatilganki, Reynolds parametri birdan kam bo'lganda harakatlanuvchi jism atrofidagi suyuqlik oqimi laminar bo'ladi. Reynolds parametri 1000 dan ortiq bo'lganda suyuqlikning turbulent harakati yuzaga keladi.

Qattiq jismning muhit bilan oqishining o'tish tartibi uchun, ya'ni, $1 \div 1000$ ko'lamli Reynolds parametrda qarshilik kuchining kattaligini hisoblash uchun Alen quyidagi empirik formulani tavsiya qildi

$$P_H = \frac{10 P_B}{\sqrt{\text{Re}}} = \frac{5 \pi}{8 \sqrt{\text{Re}}} v^2 d^2 \Delta \quad (4.4)$$

Qarshilik kuchining ko'rib chiqilgan kattaliklarini tizimga solamiz. (4.3) tenglikdan μ ning kattaligini aniqlaymiz

$$\mu = \frac{v \pi \Delta}{\text{Re}} \quad (4.5)$$

(4.5) ifodadan μ ning qiymatini qo'yib, (4.1) ifodani qayta yozamiz va yangi ifodani (4.2) va (4.4) ifodalar bilan taqqoslaymiz:

$$P_B = \frac{3\pi}{Re} v^2 d^2 \Delta;$$

$$P_A = \frac{5\pi}{8\sqrt{Re}} v^2 d^2 \Delta$$

$$P_{\Delta} = \frac{\pi}{16} v^2 d^2 \Delta$$

Qarshilik kuchini hisoblash uchun oxirgi ifodalar sonli koeffitsientlari bilan ajralib turadi, shuning uchun qarshilik kuchi uchun ifodani umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$P = \psi v^2 d^2 \Delta \quad (4.6)$$

bunda ψ – qarshilik koeffitsienti.

O'tgan yuz yillik boshida Reyley bir jinsli muhitlarda sharsimon jismlar tushishining tajribaviy ma'lumotlari asosida bir tekis egri chiziq ko'rinishida logarifmik setkadagi grafik bog'liqligini tuzdi

$$\psi = f(Re)$$

Keyinchalik ko'pgina tadqiqotchilar tajriba ma'lumotlariga ishlov berish yo'li bilan erkin va siqilib tushish sharoitlarida bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan muhitlarda noto'g'ri shaklli zarralar (ko'mir, antratsit, kvars, kassiterit, galenit va b. zarralari)ning tushish holatlari uchun Reyley diagrammalariga o'xshash diagrammalarni, shuningdek, ψ qarshilik koeffitsienti katatligini hisoblash uchun turli formula va usullardan foydalanishni taklif qildilar. Bu muammo bilan ko'pgina taniqli olimlar: P. V. Lyachenko, T. G. Fomenko, Ye. M. Pogarseva, L. M. Mins, I. M. Verxovskiy, V. N. Goncharov, B. V. Kizevalter, V. N. Shoxin va b.lar shug'ullandilar.

Biroq ushbu ishlanmalardan amaliyotda foydalanish ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq va ulardan amaliy maqsadlarda foydalanish juda muammoli.

4-§. Sharsimon jismlarning erkin tushishi tezligini hisoblash usullari

Muhitda tushayotgan jismga quyidagi kuchlar ta'sir qiladi: og'irlik kuchi G ; ko'tarish (Arximed) kuchi G_1 va qarshilik kuchi R .

Og'irlik kuchi G quyidagiga teng

$$G = V \delta g$$

bunda, V – jismning hajmi (shar uchun $V = \pi d^3/6$), m^3 ; g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2

G_1 ko'tarish kuchi quyidagiga teng

$$G_1 = V \Delta g$$

Muhitda jism og'irligi, ya'ni, gravitatsion kuch quyidagiga teng

$$G_0 = \frac{\pi d^3}{6} (\delta - \Delta) g \quad (4.7)$$

Sharga dinamik qarshilik kuchi R_d ta'sir qilganida sharning harakatini ko'rib chiqamiz (4.2)

$$P_1 = G_0 - P_{\Delta}$$

bunda, R_1 – sharga ta'sir etuvchi natijaviy kuch.

$$P_1 = m \frac{dv}{dt} = \frac{\pi d^3}{6} \delta \frac{dv}{dt}$$

bunda, m – shar massasi.

Shar harakatining differensial tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\frac{\pi d^3}{6} \delta \frac{dv}{dt} = \frac{\pi d^3}{6} (\delta - \Delta) g - \frac{\pi}{16} v^2 d^2 \Delta$$

yoki

$$\frac{dv}{dt} = \frac{(\delta - \Delta)}{\delta} g - \frac{3}{8} \frac{v^2 \Delta}{d \delta} \quad (4.8)$$

(4.8) tenglamaning chap tomoni. ajralish muhitida zarralar tushishidagi ularning tezlanishini, o'ng tomondagi birinchi tashkil etuvchi muhitda jismning boshlang'ich tezlanishini (g_0), ikkinchisi esa muhit qarshilik kuchi bilan yuzaga kelgan tezlanishni j ifodalaydi. Agar

g_0 miqdor doimiy miqdor bo'lsa, unda j miqdor tushish tezligi v oshishi bilan ortib boradi. Shuning uchun ayrim vaqt t o'tishi bilan G_0 gravitatsiya kuchi R_d qarshilik kuchi bilan tenglashadi va jism doimiy tezlik v_0 bilan tushishni boshlaydi (m/s).

$$\text{Bunda, } \frac{dv}{dt} = 0; \quad \frac{(\delta - \Delta)}{\delta} g = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2 \Delta}{d\delta}$$

U holda

$$v_0 = 5,115 \sqrt{\frac{d(\delta - \Delta)}{\Delta}} \quad (4.9)$$

(4.9) formula shar tushayotgan suyuqlikning turbulent oqimi uchun haqqoniydir, v_0 kattalik esa erkin tushishning oxirgi tezligi deyiladi. Qattiq jismning *erkin tushish oxirgi tezligi* deb, oquvchi muhitda jism tezlanishsiz tushganda uning shu muhitda tushishining eng yuqori tezligiga aytiladi. (4.9) formula Rittinger tomonidan aniqlangan va uning nomi bilan ataladi.

Qovushqoqli qarshilik R_v ustun bo'lgan holatda quyidagiga ega bo'lamiz

$$\frac{\pi d^3}{6} (\delta - \Delta) g = 3\pi \mu d v_0$$

bundan

$$v_0 = 0,545 d^2 \left(\frac{\delta - \Delta}{\mu} \right) \quad (4.10)$$

(4.10) formula Stoks formulasi deb nomlanadi.

Oqimning o'tish tartibi uchun $G_0 = R_A$

$$\text{bunda, } \frac{\pi d^3}{6} (\delta - \Delta) g = \frac{5\pi}{8\sqrt{\text{Re}}} \cdot d^2 v_0^2 \Delta$$

Oxirgi tenglikda Re miqdorni (4.3) tenglikdagi qiymat bilan almashtirib va bu tenglikni v_0 ga nisbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz

$$v_0 = 1,146 d \cdot \sqrt[3]{\frac{(\delta - \Delta)^2}{\mu \Delta}} \quad (4.11)$$

(4.11) formula Allen formulasi deb tanilgan. (4.9), (4.10) va (4.11) formulalar v_0 kattalikni hisoblash uchun juda oson va qulay. Shuning uchun ulardan ko'pincha sharsimon shaklli mineral zarralarining erkin tushishi oxirgi tezligining miqdorini yaqinlashtirilgan hisoblash uchun foydalaniladi. Noaniq shaklli zarralar uchun v_0 ni yaqinlashtirilgan hisoblash uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

1.(2.1) formula bo'yicha d_e zarraning ekvivalentli diametri hisoblanadi, (m).

2. d_e miqdorga bog'liq holda Rittinger, Allen yoki Stoks formulasi (4.1-jadval) tanlanadi va ekvivalentli shar (d_e) uchun $v_{0,e}$ hisoblanadi.

3.(2.2) formula bo'yicha shakl koeffitsienti (sferiklik koeffitsienti) aniqlanadi (yoki qabul qilinadi).

4. Quyidagi formula bo'yicha v_0 hisoblanadi

$$v_{0, \text{exp}} = v_{0, s} k$$

bunda, k - ω sferiklik koeffitsientiga bog'liq bo'lgan tuzatish koeffitsienti.

Tuzatish koeffitsientining miqdorini yaqinlashtirilgan hisoblash uchun quyidagi empirik bog'liqlik formuladan foydalanish mumkin.

$$k = 0,603 \omega^{2+0,397} \quad (4.12)$$

ω miqdor har doim birdan kam bo'lganligi uchun

$$v_{0, \text{exp}} < v_{0, s}$$

4.1-jadval

Sharsimon shakldagi zarralar uchun v_0 kattalikni aniqlash uchun hisoblash formulalari, m/s

Formular mualliflari	Qo'llanilish sohasi, d , mm	Muhit	
		Suv: $\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$ $\mu = 0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$	Havo: $\Delta = 1,23 \text{ kg/m}^3$ $\mu = 0,00002 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
Rittinger	$> (1 \div 10)$	$v_0 = 0,16 \sqrt{d(\delta - 1000)}$	$v_0 = 4,6 \sqrt{d(\delta - 1,23)}$
Allen	$0,12 - (1 \div 10)$	$v_0 = 1,146 d \cdot \sqrt[3]{(\delta - 1000)^2}$	$v_0 = 39,3 d \cdot \sqrt[3]{(\delta - 1,23)^2}$
Stoks	$< 0,12$	$v_0 = 545 d^2 (\delta - 1000)$	$v_0 = 27250 d^2 (\delta - 1,23)$

v_0 ni hisoblashning yuqorida keltirilgan usullarining asosiy kamchiligi Rittinger, Allen va Stoks formulalari qo'llanilishi tutashi-

shida v_0 hisoblashda olingan natijalar doim oshirib yuborilganligi bo'ladi. Bundan tashqari, zarralar yirikligi bo'yicha Rittinger va Allen formulalari qo'llanilishining chegaralari noaniqdir, ya'ni, turli zichlikdagi minerallar uchun Rittinger qonuniga bo'ysunuvchi zarralar yirikligining pastki chegarasi har xil minerallar uchun turlichadir.

5-§. Ajralish muhitida mineral zarralarni tushishining oxirgi tezliklarini hisoblashning universal usuli

Mineral zarralarni tushishining oxirgi tezliklariga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

1. Muhitning xususiyati: uning zichligi Δ va qovushqoqligi μ .
2. Mineral zarralarning xususiyati: yiriklik d , zichligi δ va ω shakl koeffitsientini hisobga oluvchi zarralar shakli.
3. Muhitning qarshilik kuchi, aniqrog'i uni tashkil etuvchilari: R_d dinamik (inersiyali) qarshilik kuchi va qovushqoqlik qarshilik kuchi R_v .

Shunday qilib, v_0 kattalikka hammasi bo'lib yettita omil ta'sir ko'rsatadi. v_0 ni hisoblash uchun formulalar keltirib chiqarishda ulardan quyidagilar ishtirok etadi:

- Rittinger formulasida - R_d , d , δ va Δ (4 ta omil);
 - Allen formulasida - d , δ , Δ , μ , (R_d va R_v) - (4 yoki 6 ta omillar).
- Bu yerda R_d va R_v bilvosita hisobga olinadi, chunki Alen formulasi empirikdir;

- Stoks formulasida - R_d , d , δ , Δ , μ (5 ta omil).

Mineral zarralar tavsifi uchun uning barcha o'lchamlarini birlashtiruvchi S_s kattalikni qabul qilmamiz, m^2/kg :

$$S_s = \frac{6}{d(\delta - \Delta)\omega} \quad \text{yoki} \quad d = \frac{6}{S_s(\delta - \Delta)\omega}$$

(4.1) va (4.2) formulalarni quyidagi ko'rinishda faraz qilib, tushayotgan jismga muhit qarshiligining ikkala ko'rinishini hisobga olamiz

$$P_d = \frac{9v^2\pi\mu}{4(\delta - \Delta)^2 S_s}$$

$$P_v = \frac{18v\pi\mu}{(\delta - \Delta)^2 S_s}$$

Bu yerda d kattalik (2.3) formuladan S_s orqali ifodalangan. Og'irlik kuchini hisoblash uchun formulani ham xuddi shunday qaytadan hosil qilamiz (4.7):

$$G_0 = \frac{36\pi \cdot g}{(\delta - \Delta)^2 S_s^3}$$

Muhitda shar harakatining differensial tenglamasini yozamiz:

$$\frac{\pi d^3}{6} \delta \frac{dv}{dt} = G_0 - P_d - P_v$$

yoki

$$\frac{dv}{dt} = \frac{(\delta - \Delta)g}{\delta} - v^2 \frac{\Delta S_s(\delta - \Delta)}{16\delta} - v \frac{\mu S_s^2(\delta - \Delta)^2}{2\delta} \quad (4.13)$$

$v = v_0$ bo'lgan o'rnatilgan S harakatda va (4.13) tenglama qayta hosil qilingach, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\frac{dv}{dt} = 0;$$

$$v_0^2 \frac{\Delta}{8S_s(\delta - \Delta)} + v_0\mu - \frac{2g}{S_s^2(\delta - \Delta)} = 0 \quad (4.14)$$

(4.14) tenglamani v_0 ga nisbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz, m/s

$$v_0 = \frac{4(\delta - \Delta)S_s}{\Delta} \left(\sqrt{\mu^2 + \frac{\Delta g}{(\delta - \Delta)^3 S_s^3}} - \mu \right) \quad (4.15)$$

(4.14) tenglamani S_s ga sbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz, m^2/kg

$$S_s = \frac{\sqrt{\Delta^2 v_0^4 + 512\mu g(\delta - \Delta)v_0 - \Delta v_0^2}}{16\mu(\delta - \Delta)v_0} \quad (4.16)$$

(4.14) tenglamani μ ga nisbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz, $Pa \cdot s$

$$\mu = \frac{2g}{v_0 S_s^2(\delta - \Delta)} - \frac{\Delta v_0}{8S_s(\delta - \Delta)} \quad (4.17)$$

(4.16) va (4.17) formulalar v_0 ni aniqlashning tajriba ma'lumotlari natijalari bo'yicha S_s va μ kattaliklarni hisoblash uchun qo'llanilishi mumkin. Masalan, har qanday suyuqlik yoki suspenziya

qovushqoqligini aniqlash talab etilgan bo'lsin. Avvalo tajriba usulida ma'lum zichlikda suvdagi har qanday mineral zarraning v_0 ini aniqlash mumkin, so'ngra esa uning S_s ni hisoblash mumkin. So'ngra tekshirilayotgan suyuqlik yoki suspenziyada v_0 kattalikni o'lchash, undan so'ng ushbu suyuqlik uchun μ kattalikni hisoblash mumkin.

4.2-jadvalda Stoks, Allen, Rittinger formulalaridan va (4.15) universal formuladan foydalanib, v_0 kattalikni hisoblash natijalari keltirilgan, 4.1-rasmda esa logarifmik setkada ushbu hisoblashlar natijalari grafigi tasvirlangan. $v_0 = f(d)$ bog'liqliklar (4.15) formulaning universalligini va Stoks, Allen va Rittinger formulalarining kamchiliklarini yaqqol ko'rsatadi.

$\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$ va $\mu = 0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ bo'lganda $\delta = 2700 \text{ kg/m}^3$ zichlikdagi sferik shaklli zarralar uchun suvda v_0 kattalikni hisoblash natijalarini taqqoslash

d, mm	$S_s, \text{m}^2/\text{kg}$	Formular bo'yicha hisoblangan v_0 ning qiymatlari, m/s			
		Formula (5.15)	Ritinger formulasi	Allen formulasi	Stoks formulasi
0,01	352,94	$0,095 \cdot 10^{-3}$	-	-	$0,092 \cdot 10^{-3}$
0,05	70,59	$2,311 \cdot 10^{-3}$	-	-	$2,316 \cdot 10^{-3}$
0,10	35,29	$9,095 \cdot 10^{-3}$	$66,0 \cdot 10^{-3}$	$10,383 \cdot 10^{-3}$	$2,316 \cdot 10^{-3}$
0,30	11,77	0,061	0,114	$20,766 \cdot 10^{-3}$	$9,265 \cdot 10^{-3}$
0,50	7,06	0,109	0,148	0,062	0,083
0,80	4,41	0,161	0,187	0,104	0,232
1,00	3,53	0,212	0,209	0,166	0,593
2,00	1,77	0,286	0,295	0,208	-
3,00	1,18	0,358	0,361	0,415	-
5,00	0,71	0,467	0,466	0,623	-
10,00	0,353	0,664	0,660	-	-

4.3-jadval

(4.15) formula bo'yicha hisoblangan sof oltin plastinkalarining v_0 kattalikni taqqoslash

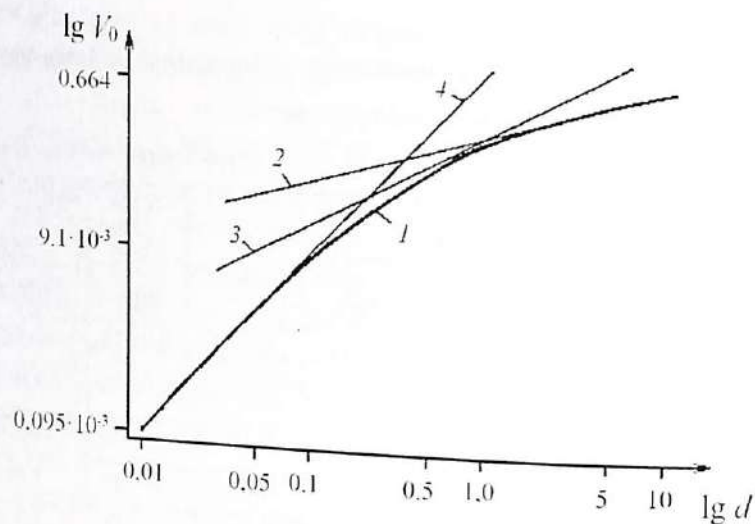
Oltin zarrasining tavsifi						Hisoblangan ma'lumotlar		
Massa, mg	O'lchamlari, mm			Ekvivalent diametr, mm	v_0 , amaliy, suvda, m/s	v_0 , nazariy, m/s	Zarra hajmi, mm^3	Solishtirma yuza $S_s, \text{m}^2/\text{kg}$
	l	b	h					
0,19	0,54	0,36	0,12	0,29	0,112	0,128	0,0233	3,629
0,36	0,90	0,60	0,12	0,36	0,113	0,111	0,0648	4,878
2,10	2,10	1,08	0,18	0,65	0,165	0,167	0,4082	3,358
3,70	1,62	1,26	0,30	0,79	0,248	0,253	0,6124	1,882
3,04	1,50	1,08	0,18	0,74	0,246	0,269	0,2916	1,517
7,53	2,16	1,38	0,30	1,00	0,340	0,325	0,8942	1,218
10,57	1,80	1,56	0,54	1,12	0,386	0,386	1,5160	1,021

4.4-jadval

Suspenziyalarda zarralar tushish tezliklarining qiymatlari

[2] ma'lumotlari bo'yicha				Hisoblangan		
Muhitning tavsifi		Zarraning tavsifi		v_0 tushish tezligi, m/s	v_0 tushish tezligi, m/s	S_s solishtirma yuza, m^2/kg
Zichlik Δ , kg/m^3	Qovushqoqlik μ , $\text{Pa}\cdot\text{s}$	Diametr d , mm	Zichlik δ , kg/m^3			
1250	0,00163	10	1500	0,198	0,201	2,402
1450	0,00165	5	2100	0,215	0,196	1,847

Ushbu formulalar bo'yicha hisoblangan v_0 2, 3, va 4 liniyalar kesishish joylarida tugallangan natijalar beradi. (5.15) formula universalligi 5.3 va 4.4-jadvallarda keltirilgan ma'lumotlar bilan tasdiqlanadi.



4.1-rasm. v_0 ning d ga bog'liqligi:
Universal formula (1); Ritinger formulasi (2); Allen formulasi (3);
Stoks formulasi (4) bo'yicha hisoblangan.

Izoh. 4.2-jadvalni hisoblashda quyidagi formulalardan foydalanilgan:

Universal formula $v_0 = 6,8 S_0 (\sqrt{10^{-6} + 3396,46/10^6 \cdot S_0} - 10^{-3})$;

Ritinger formulasi $v_0 = 0,16 \sqrt{d(2700 - 1000)}$;

Allen formulasi $v_0 = 1,146 \sqrt[3]{(2700 - 1000)^2 \cdot d}$; [4, 16 b]

Stoks formulasi $v_0 = 545 d^2 (2700 - 1000)$.

Ajralish muhitlarida v_0 kattalikni hisoblashga keltirilgan misollar har qanday yiriklikdagi va shakldagi zarralar uchun (4.15) formulani qo'llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Δ va μ lar ma'lum bo'lganda ajralishning har qanday muhiti uchun (4.15) va (4.16) formulalarni soddalashtirish mumkin. 4.5-jadvalda misol sifatida turli zichlikdagi minerallar uchun ularning suvda tushishida v_0 va S_s larni hisoblash uchun soddalashtirilgan formulalar keltirilgan.

4.5-jadval

Zarralarning suvda tushish holatlari uchun hisoblangan formulalarga misollar, $\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$ va $\mu = 0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Zarralar zichligi, kg/m^3	v_0 ni hisoblash uchun formulalar, m/s	S_s ni hisoblash uchun formulalar, m^2/kg
17000	$v_0 = 6,4 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{38,32}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 80365,52 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{256 \cdot v_0}$
7500	$v_0 = 26 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{232,189}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 32647,68 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{104 \cdot v_0}$
2700	$v_0 = 6,8 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{3394,46}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 8538,624 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{27,2 \cdot v_0}$
2650	$v_0 = 6,6 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{33603,306}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 8287,488 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{26,4 \cdot v_0}$
1400	$v_0 = 1,6 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{61312,5}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 2009,088 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{6,4 \cdot v_0}$
1350	$v_0 = 1,4 S_s \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{80081,6}{10^6 \cdot S_s^4}} - 10^{-3} \right)$	$S_s = \frac{\sqrt{10^6 \cdot v_0^4 \cdot 1757,952 \cdot v_0 - 10^3 \cdot v_0^2}}{5,6 \cdot v_0}$

6-§. Ajralish muhitida jismlarning siqilib tushishi

Gravitatsiyali boyitish uskunalarida zarralar harakatining mavjud sharoitlarida, odatda, zarralarning erkin tushish sharoitlari ta'minlanmaydi. Bu holatda mineral zarralar katta massa bo'lib harakatlanaadi. Bunda tushadigan zarralar faqat suyuqlikning (muhitning) gidrodinamik harakatiga emas, balki zarralar o'rtasidagi o'zaro to'qnashishga, ishqalanishga va uskuna devorlariga ishqalanishga ham duch keladi. Bunday sharoitlarda zarralar umumiy massa bilan bir vaqtda tushadi va har bir alohida zarra o'zining o'rtacha tezligi bilan tushadi. Shunisi ravshanki, bunday sharoitlarda alohida olingan zarralar tushish kattaligi bo'yicha ham, va yo'nalishi bo'yicha ham

doimiy miqdor emas. Tushishning bunday sharoitlari *siqilgan tushish* deyiladi.

Zarraning siqilib tushish tezligi deganda, siqilib tushishda ikkita gorizonta tekisliklar o'rtasidagi masofaning zarralar tomonidan ushbu masofani o'tish vaqtiga nisbatini tushunish qabul qilingan.

Zarralarning siqilib tushishida zarralardan oqib o'tadigan suyuqliklarning qarama-qarshi oqimlari zarralar o'rtasidagi oraliqlarga joylashadi. Oqimlarning torayishi tushayotgan zarraning gidrodinamik qarshiligini oshiradi. Faqat oqimlar torayishi tufayli alohida zarralarning tushish tezligi ularning erkin tushish tezligidan kichik bo'ladi. Zarralarning hajmiy konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, har bir zarraning tushish tezligining miqdori shuncha kam bo'ladi, chunki suyuqlik oqimlarining torayishi oshadi va suyuqlik oqimining zarraga gidrodinamik ta'siri ortadi.

Shunday qilib, siqilib tushishda alohida zarraga quyidagi kuchlar ta'sir etadi: gravitatsion, ko'tarish (Arximed kuchi), muhit qarshiligining gidrodinamik kuchi (bosim va ishqalanishning teng ta'sir etuvchi kuchi). Bunda qarshilikning gidrodinamik kuchlari zarralarning erkin tushishidagi qarshilik kuchidan ancha oshadi. Siqilib tushishda qarshilik kuchini hisoblash ancha qiyindir.

Qarshilik kuchi bog'liqligi hamma e'tirof etgan fakt hisoblanadi, demak, qattiq zarralarning hajmiy konsentratsiyasidan zarralarning siqilib tushish tezligi ham shunday hisoblanadi. Zarralarning hajmiy konsentratsiyasi ortishi bilan tushayotgan zarraga qarshilik kuchi ham oshadi, uning siqilib tushish tezligi esa pasayadi.

Zarralarning hajmiy konsentratsiyasi Ω jipslashganlik koeffitsienti bilan yoki θ yumshalish koeffitsienti bilan ifodalanadi. Ularning o'zaro bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi

$$\Omega + \theta = 1$$

$$\text{Bunda } \Omega = \frac{V_q}{V_{um}} = \frac{V_{um} - V_c}{V_{um}};$$

$$\theta = \frac{V_c}{V_{um}} = \frac{V_{um} - V_q}{V_{um}}$$

bunda, V_q va V_c - umumiy hajm V_{um} da qattiq jismlar va suyuqlik egallagan hajmlar.

Siqilib tushish tezligining miqdoriga qattiq jismlarning hajmiy konsentratsiyasidan tashqari, zarralarning yirikligi va ularning shakli ham ta'sir ko'rsatadi.

Ko'pgina tadqiqotchilar shunday fikrdalarki, siqilib tushish tezligi (v_{st}) ni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin

$$v_{cr} = v_0 \cdot \theta^m \quad (4.18)$$

bunda, m - zarralar yirikligiga bog'liq bo'lgan daraja ko'rsatkichi.

Biroq, (4.18) formulada m daraja ko'rsatkichi qiymatlarini tanlash har bir aniq holat uchun qiyin sanaladi. Maxsus adabiyotlarda ushbu masala bo'yicha yagona fikr mavjud emas. Masalan, zarralar uchun P.V.Lyashenko $m = 3$ deb; Xankok - $m = 2$ deb, I.M.Kachan 0,1 mm dan kichik zarralar uchun $m = 0,75$ deb qabul qilishni tavsiya qilgan.

Tavsiyanomalardagi bunday tafovutlar quyidagicha izohlanishi mumkin. m miqdor faqat zarralarning yirikligiga emas, balki ularning shakliga ham bog'liq. Bundan tashqari, bir xil mineralning turli yiriklikdagi zarralari uchun m miqdor bir tekisda o'zgaradi, ya'ni, doimiy miqdor hisoblanmaydi.

Bunday holat amaliy hisoblashlarda (5.18) formulani qo'llash qiyinligini izohlaydi.

7-§. Mineral zarralarning siqilib tushish tezligini ularning solishtirma yuzasini hisobga olgan holda hisoblash

Zarralarning siqilgan tushishi tezligini (v_{st}) hisoblash uchun quyidagi tushunchalarga o'zgartirishlar kiritib, (4.15) universal formuladan foydalanamiz:

1. Δ ajralish muhitining zichligini suyuq+qattiq (bo'tana zichligi) tizimning o'rtacha o'lchangan zichligiga almashtiramiz - Δ_{st} , kg/m³

$$\Delta_{cr} = \Omega \delta + \theta \Delta = (1 - \theta) \delta + \theta \Delta$$

bunda, Ω – qattqlik hajmining bo'tana hajmi nisbatiga teng bo'lgan jipslashganlik koeffitsienti d.b.; θ – suyuqlik hajmining bo'tana hajmi nisbatiga teng bo'lgan yumshalish koeffitsienti, d.b.

2. μ_{st} tushunchani kiritamiz – suyuqliklarning dinamik qovushqoqligini va qattiq zarralarning bir-biriga ishqalanishini hisobga oluvchi suyuqlik+qattqlik tizimining zohiriy (keltirilgan) qovushqoqligi, Pa·s.

Unda (4.15) universal formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$v_{cr} = \frac{4(\delta - 1000)S_c}{\Delta_{cr}} \left(\sqrt{\mu_{cr}^2 + \frac{\Delta_{cr}g[(\delta - \Delta_{cr})]}{(\delta - 1000)^3 S_c^3}} - \mu_{cr} \right) \quad (4.15a)$$

S_s va μ_{st} ni hisoblash uchun (4.16) va (4.17) formulalarga xuddi shu o'zgarishlarni kiritamiz

$$S_c = \frac{\sqrt{\Delta_{cr}^2 v_{cr}^4 + 512 \mu_{cr} g [(\delta - \Delta_{cr})] v_{cr}^2 - \Delta v_{cr}^2}}{16 \mu_{cr} (\delta - 1000) v_{cr}} \quad (4.16a)$$

$$\mu_{cr} = \frac{2g[(\delta - \Delta_{cr})]}{v_{cr} S_c (\delta - 1000)^2} - \frac{\Delta_{cr} v_{cr}}{8 S_c (\delta - 1000)} \quad (4.17a)$$

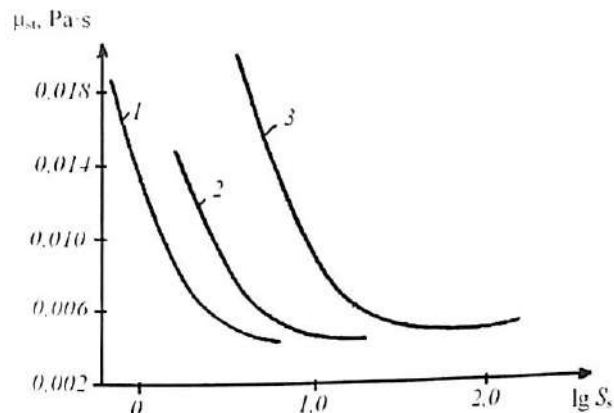
(4.15a, 4.16a va 4.17a) formulalarda $\Delta_{st} > \delta$ bo'lgan holatda, hisoblashlar uchun ayirmaning mutlaq qiymatini $(\delta - \Delta_{st})$ deb qabul qilish lozim, chunki bu holatda ushbu formulalarda $(\delta - \Delta_{st})$ miqdor kiradigan ifodalarning oldidagi ishorasi teskari ishoraga o'zgaradi. $(\delta - 1000)$ miqdor qattiq zarralar xususiyatiga kiradi va Arximed qonunini hisobga oladi.

(4.16a) va (4.17a) formulalardan tajriba ma'lumotlari tahlili uchun, shuningdek, siqilib tushish sharoitlarida gidravlik tasniflash shkalasini hisoblashda foydalanish mumkin.

(4.15a) va (4.16a) formulalardan foydalanishdagi muammo μ_{st} miqdorni hisoblash masalasini yechishdan iborat. Bu yerda (4.17a) formula bo'yicha μ_{st} miqdorni hisoblash mumkinligini bilib, v_{st} ning amaliy qiymatlari natijalari bo'yicha topish mumkin bo'lgan empirik formulalardan foydalanish muqarrar, so'ngra esa empirik bog'lanishni topish lozim

$$\mu_{cr} = f(S_c, \Delta_{cr}, \delta) \quad (4.19)$$

Yirikligi 2,66–0,135mm li galenit va kvars hamda 12,4–0,05 mm ko'mir uchun v_{st} ni aniqlash bo'yicha tajriba ma'lumotlariga ishlov berish natijalariga ko'ra, 4.2-rasmda μ_{st} miqdorning yuqorida ko'rsatilgan minerallarning solishtirma yuzalariga bog'liqligi ko'rsatilgan.



4.2-rasm. Galenit zarralari (1); kvars zarralari (2) ko'mir zarralari (3) uchun μ ning S_s ga bog'liqligi

Egri chiziqlarning xususiyati quyidagi xulosalarni chiqarish imkonini beradi.

Yiriklik kamayishi bilan (S_s oshishi bilan) μ_{st} miqdor 0,003–0,004 Pa·s gacha yetguncha kamayadi. Bunda galenit zarralarining o'lchami 0,6 mm dan, kvars zarralari – 1,0 mm dan, ko'mir zarralari esa 2 mm dan kam yiriklikda ko'rsatilgan keltirilgan qovushqoqlikka ega.

Yuqorida ko'rsatilgan tajriba ma'lumotlariga ishlov berish μ_{st} miqdorni yaqinlashtirilgan hisoblash uchun quyidagi empirik formulani tavsiya qilish imkonini beradi, Pa·s:

$$\mu_{cr} \approx \frac{1,855 \sqrt{\Delta_{cr}}}{S_c \delta} \quad (4.20)$$

Ushbu formuladan foydalanishda shuni e'tiborga olish lozimki, mayda zarralar (S_s ning katta qiymatlarida) uchun μ_{st} ning hisoblan-

gan miqdori 0,003 Pa·s dan kam bo'lishi mumkin. Bu holatda uni 0,003 Pa·s ga teng deb qabul qilish lozim.

8-§. Erkin tushishda oxirgi tezlikka erishish vaqti, zarralarning bu tezlikka erishguncha o'tadigan yo'li

Boshlang'ich davrda tushayotgan jism tezlanish bilan harakatlanaadi. Bunda tushish tezligining ortishi bilan tezlanishning miqdori kamayadi, chunki muhitning qarshilik kuchi ortadi. Nihoyat, zarralarning og'irlik kuchi (Arximed qonunini hisobga olib) muhitning qarshilik kuchi bilan tenglashadigan payt keladi va jism doimiy tezlik v_0 bilan tushishni davom ettiradi.

Boyitish amaliyoti uchun zarralar "tezlanishi" vaqtining miqdori - τ_0 va zarra harakat boshlanishidan v_0 tezlikka erishguncha o'tadigan h_0 masofa ahamiyatga egadir.

Professor P.V. Lyachenko ko'rsatilgan miqdorlarni yaqinlashtirilgan hisoblash uchun quyidagi formulalarni tavsiya qildi:

$$\tau_0 = \frac{2,5v_0}{g_0} = \frac{2,5v_0\delta}{(\delta - \Delta)g} \cdot c \quad (4.21)$$

$$h_0 = \frac{1,8v_0^2}{g_0} = \frac{1,8v_0^2\delta}{(\delta - \Delta)g} \cdot m \quad (4.22)$$

bunda, g - yerning tortishish tezlanishi, m/s^2 .

4.6-jadvalda sferik shakldagi zarralar uchun suvda va havoda v_0 , τ_0 va h_0 miqdorlarni hisoblash natijalari keltirilgan. v_0 miqdorlar universal formula bo'yicha hisoblangan.

Suvdagi tushish holati uchun τ_0 vaqti sekundning ulushini tashkil etadi, zarralar bosib o'tadigan yo'l h_0 esa o'nlab santimetrga yetishi mumkin. v_0 miqdorni tajriba sharoitida aniqlashda oxirgisini hisobga olish lozim.

Havoda xuddi shu zarralar uchun τ_0 miqdor bir siraga katta, h_0 esa metrlab, o'n va hattoki yuz metrlarda o'lchanadi. Shuning uchun boyitishning barcha pnevmatik usullari doim havoning ko'tariluvchi oqimlarida amalga oshiriladi.

4.6-jadval

Sferik shakldagi zarralar uchun suvda va havoda v_0 , τ_0 va h_0 miqdorlarning hisoblangan natijalari

Zarralar tavsifi		Suv: $\Delta = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$			Havo: $\Delta = 1,23 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$		
d , mm	δ , kg/m^3	v_0 , m/s	τ_0 , s	h_0 , m	v_0 , m/s	τ_0 , s	h_0 , m
10,0	1400	0,320	0,27	0,066	9,10	2,32	15,20
10,0	2700	0,670	0,29	0,131	19,00	4,84	66,30
10,0	7500	1,300	0,38	0,358	37,20	9,48	253,90
0,5	1400	0,039	0,03	0,001	0,69	0,62	0,31
0,5	2700	0,109	0,04	0,003	3,19	2,85	6,54
0,5	7500	0,247	0,07	0,013	7,46	2,19	11,78

9-§. Mineral zarralarning teng tushuvchanligi

Yirikligi va zichligi bilan farq qiladigan ikkita mineral zarralarning birgalikda tushishida doim bir xil v_0 ega bo'lgan mineral zarralar juftligi mavjud bo'ladi. Masalan, 1 mm diametrli galenit zarrasi suvda 3,94 mm diametrli kvars zarrasi bilan bir xil v_0 da tushadi, shunday sharoitdagi, birinchisi $\delta = 7500 \text{ kg/m}^3$, ikkinchisi esa $\delta = 2650 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega bo'lishi kerak. Bunday zarralarni suvning ko'tariluvchi oqimida ajratib bo'lmaydi, masalan, gidravlik tasniflash bilan.

Yirikligi va zichligi bilan farq qiladigan, lekin bir xil erkin tushish tezligiga ega bo'lgan ikkita mineral zarralari teng tushuvchi zarralar deyiladi.

Teng tushishlik "ye" harfi bilan belgilanadigan teng tushish koeffitsienti bilan tavsiflanadi.

Bir xil v_0 ga ega bo'lgan yengil mineral zarralari o'lchamining og'ir mineral zarralari o'lchamiga nisbati teng tushish koeffitsienti deyiladi

$$e = \frac{d_e}{d_o}$$

Agar boyitishdan oldin dastlabki mahsulot teng tushuvchanlik koeffitsientiga teng bo'lgan elash shkalasining moduli bilan yiriklik sinflariga ajratilsa, unda yiriklikning olingan sinflarida og'ir minerallarning eng kichik zarrasi yiriklikning har bir sinfidagi yengil mineralning eng yirik zarrasining v_0 ga qaraganda kattaroq v_0 ga ega bo'ladi. Yiriklikning bunday sinflarini suyuqlikning ko'tariluvchi oqimlaridan foydalanib, yengil va og'ir fraksiyalarga ajratish osondir. Teng tushish koeffitsientiga teng yoki undan kichik elash shkalasining moduli bilan elashda olingan yiriklik sinflari teng tushish koeffitsientidan katta bo'lgan elak moduli bilan elashda olingan yiriklikning "keng" sinflaridan farqli ravishda "tor" sinflar deb ataladi. $v_0, o = v_0, ye$ yoki $v_{01} = v_{02}$.

Masalan, Rittinger qonuniga bo'ysunuvchi zarralar uchun,

$$v_{01} = k_1 \sqrt{d_1(\delta_1 - \Delta)} = v_{02} = k_1 \sqrt{d_2(\delta_2 - \Delta)}$$

$$\text{undan } d_1(\delta_1 - \Delta) = d_2(\delta_2 - \Delta)$$

va qat'iyani:

$$e = \frac{d_2}{d_1} = \frac{\delta_1 - \Delta}{\delta_2 - \Delta} \quad (4.23)$$

Allen qonuniga bo'ysunuvchi zarralar uchun,

$$e = \frac{d_2}{d_1} = \left(\frac{\delta_1 - \Delta}{\delta_2 - \Delta} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4.24)$$

Stoks qonuniga bo'ysunuvchi zarralar uchun,

$$e = \frac{d_2}{d_1} = \left(\frac{\delta_1 - \Delta}{\delta_2 - \Delta} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4.25)$$

(4.23), (4.24) va (4.25) formulalar bo'yicha minerallarning har qanday juftligi uchun ye miqdorni hisoblashni quyidagi sabablar tufayli taxminiy deb hisoblash lozim:

- 1) ushbu formulalarni taqqoslash shuni ko'rsatadiki, zarralar yirikligining o'zgarishi bilan ye miqdor diskretli o'zgaradi, aslida bunday bo'lishi esa mumkin emas;
 - 2) Rittinger, Allen va Stoks qonunlariga bo'ysunuvchi zarralar yirikligi ko'lamining har bir mineral uchun chegaralari mavjud bo'lib, boshqa minerallar chegaralariga mos kelmaydigan.
- Teng tushish koeffitsientini aniq hisoblash "Gidravlik tasniflash" bo'limida ko'rib chiqiladi.

10-§. Suspenziyalar haqida tushuncha. Suspenziyalar uchun kritik tezlik

Agar taxminan bir xil o'lchamdagi va shakldagi zarralardan iborat bo'lgan, shisha trubadagi elakda harakatsiz yotgan monomineral aralashma qatlamiga suvning ko'tariluvchi oqimi tezligini doimiy ravishda oshira borib, suv berilsa, unda oqim tezligining miqdori qandaydir miqdorga yetganda mineral zarralar qatlami yumshaydi va ko'tariluvchi oqimda muallaq holatga o'tadi.

P.V.Lyachenko mineral zarralarning siqilib tushishini o'rganib, mineral zarralarning bu holatini suspenziya (vzves, muallaq holdagi mayda zarralar) deb atadi. Agar suspenziya (vzves) hosil bo'lgach, ko'tariluvchi oqimi tezligi oshishi to'xtatilsa, unda suspenziya hajmi va uning trubadagi holati o'zgarishsiz qoladi.

Bunday suspenziya jipslashganlikning belgilangan koeffitsienti Ω bilan yoki yumshalishning koeffitsienti θ bilan, shuningdek, mineral zarralarning siqilib tushish tezligiga teng bo'lgan, qaysiki ushbu zarralarning erkin tushish tezligidan bir necha marta kam bo'lgan ko'tariluvchi oqimning belgilangan tezligi bilan tavsiflanadi.

Agar suvning ko'tariluvchi oqimi asta-sekin oshirilsa, unda zarralarning hosil bo'lgan suspenziyasi (vzves) balandlik bo'ylab cho'ziladi, ya'ni o'z hajmini oshiradi. Bu holda suspenziyada mineral zarralarning jipslashganlik koeffitsienti Ω kamayadi, θ miqdor esa oshadi. Muallaq zarralar ustuni balandligining oshib borishi suvning

ko'tariluvchi oqimining tezligi shu zarralar uchun v_0 miqdorga erishmagunicha davom etadi. Ko'tariluvchi oqim tezligining keyinchalik oshib borishi zarralarni yuqoriga tashishga olib keladi, ya'ni suspenziya hosil bo'lmaydi.

Turli yiriklikdagi zarralardan iborat monomineral suspenziya o'zining hosil bo'lish jarayonida yirikligi bo'yicha qatlamlanadi: suspenziyaning pastki qatlami yirik zarralardan tashkil topadi, mayda zarralar esa suspenziyaning yuqori qismini egallaydi.

Faqat zichligi bo'yicha farq qiladigan, ikkita mineral zarralaridan tashkil topgan suspenziya o'zining hosil bo'lish jarayonida zichligi bo'yicha qatlamlarga ajraladi: og'ir mineral zarralari suspenziyaning pastki qatlamini hosil qiladi, yengil mineral zarralari esa ular ustida joylashadi. Mineral zarralarning zichligi bo'yicha suspenziyaning qatlamlarga ajralishi bunday minerallar aralashmalari uchun yiriklikning nisbatan keng ko'lamida sodir bo'ladi. Biroq, bu holatda, suspenziyaning yumshalish koeffitsienti oshishi bilan birga kechadigan suvning ko'tariluvchi oqimining tezligini oshishida shunday payt keladiki, bunda qatlamlarga ajralgan suspenziya qaytadan aralashadi, mineral zarralar esa ularning tushish tezliklariga muvofiq suspenziyada joylashadi.

Avval qatlamlarga ajralgan suspenziyani qaytadan aralashishiga olib keluvchi ko'tariluvchi oqim tezligini P.V. Lyashenko suspenziya uchun kritik tezlik v_{kr} deb atadi. Kritik tezlik yiriklik ko'lami teng tushish koeffitsientidan oshadigan, faqat turli zichlikdagi ikkita mineral zarralaridan hosil bo'lgan suspenziyalar uchun ahamiyatlidir. P. V. Lyashenko bo'yicha v_{kr} miqdorni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin, m/s:

$$v_{kr} = v_{01} v_{02} \left(\frac{\delta_2 - \delta_1}{(\delta_2 - \Delta)^2 \sqrt{v_{01}^2} - (\delta_1 - \Delta)^2 \sqrt{v_{02}^2}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4.26)$$

biroq, (4.26) formula tajriba ma'lumotlaridan 1,5 marta ortiq bo'lgan natijalarni beradi.

Turli zichlikdagi mineral zarralaridan va mineral zarralar yirikligining katta ko'lamidan iborat bo'lgan suspenziyaning qatlamlanish sharoitlari gidravlik tasniflash jarayonini tahlil qilishda batafsil ko'rib chiqiladi.

11-§. Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari va sxemalari. Boyitish jarayonlari va mahsulotlarining tasnifi

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 [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 komponentning boyitma-ga 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

$$\gamma_{\delta} = \frac{C}{Q} \cdot 100\% \quad (4.27)$$

Chiqindining chiqishi

$$\gamma_v = \frac{T}{Q} \cdot 100\% \quad (4.28)$$

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

$$\gamma_{\delta} + \gamma_v = \frac{C}{Q} \cdot 100 + \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{C+T}{Q} \cdot 100 = 100\% \quad (4.29)$$

Muvozanat tuzamiz:

mahsulot bo'yicha

$$Q = C + T$$

komponent bo'yicha

$$Q \cdot \frac{\alpha}{100} = C \cdot \frac{\beta}{100} + T \cdot \frac{\theta}{100} \quad (4.31)$$

$$Q \cdot \alpha = C\beta + T\theta \quad (4.32)$$

Mahsulot muvozanati tenglamasidan

$$T = Q - C$$

T va C larning qiymatini komponentning muvozanati tenglamasiga qo'ysak

va

$$Q \cdot \alpha = C\beta + (Q - C) \cdot \theta \quad (4.33)$$

$$Q \cdot \alpha - (Q - T) \cdot \theta + T\theta \quad (4.34)$$

bundan

$$\frac{C}{Q} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \quad (4.35)$$

va

$$\frac{T}{Q} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \quad (4.36)$$

U holda chiqishlarni hisoblash uchun hisoblash formulasini olamiz.

$$\gamma_{\delta} = \frac{C}{Q} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100\% \quad (4.37)$$

$$\gamma_v = \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot 100\% \quad (4.38)$$

Komponentning ajralishini aniqlaymiz

boyitmaga

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{C \cdot \frac{\beta}{100}}{\frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100\% \quad (4.39)$$

chiqindiga

$$\varepsilon_v = \frac{T \cdot \frac{\theta}{100}}{\frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100\% \quad (4.40)$$

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

$$\varepsilon_{\delta} + \varepsilon_v = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 + \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{C\beta + T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = 100\% \quad (4.41)$$

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

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_{\delta} \cdot \beta}{\alpha} \quad (4.42)$$

$$\varepsilon_v = \frac{T\theta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \theta} \cdot \frac{\theta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_v \cdot \theta}{\alpha} \quad (4.43)$$

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.

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

$$\gamma_v = 100 - 5,02 = 94,98\%$$

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

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

2-misol.

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

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

$$\varepsilon_a = \frac{\gamma_a \cdot \beta}{\alpha}$$

$$\varepsilon_a \cdot \alpha = \gamma_a \cdot \beta$$

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

$$\gamma_v = 100 - 3,09 = 96,91\%$$

$$\varepsilon_v = 800 - 85 = 15\%$$

$$\beta = \frac{\varepsilon_v \cdot \alpha}{\gamma_v} = \frac{15 \cdot 2}{96,91} = 0,31\%$$

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'ladi ki, 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 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 gorizontaal chiziqni 1-2 mm qalinligi bilan ifodalaydi, unda operatsiya nomi yoziladi. Mahsulotlar harakati o'q chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Mahsulotlarning vertikal va gorizontaal harakatlanish yo'nalishlari kesishganda, mahsulot asosi gorizontaal chiziqda ko'rsatiladi. 4.3-rasmda rudalarni boyitish uchun soddalashtirilgan sxema keltirilgan.

Xuddi shu boyitish sxemasi turli usullar bilan amalga oshirilishi 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 va mahsulotlardagi suvning miqdoriga doir ma'lumotlarni o'z ichiga olgan sxema **suv sarfi (shlam) sxemasi** deyiladi. Texnologik sxemadan tashqari **uskunalar zanjiri sxemasi**

ham tuziladi, unda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining uskunalar bo'ylab harakatlanish yo'nalishi grafik tarzda ifodalanadi.

Boyitish jarayonlari va mahsulotlarining tasnifi

Foydali qazilmalar, albatta, qazib olinib, boyitish fabrikalari yoki gidrometallurgiya zavodlariga boyitish, yani, 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.

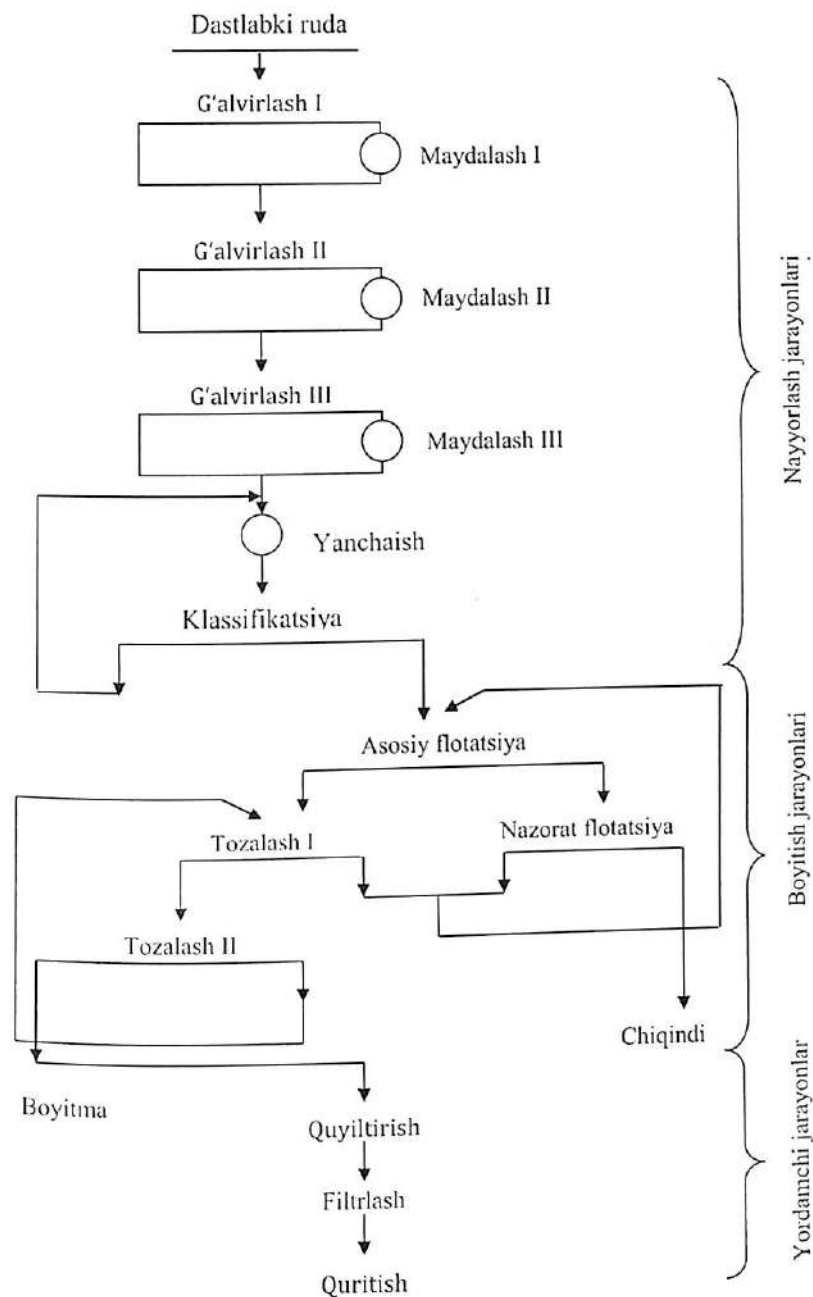
Boyitishning asosiy jarayonlari deganda esa boyitishga tayyor bo'lgan xomashyo zarrachalarini har xil usullar yordamida ularning tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari qaraib boyitib ajratib olish tushuniladi.

Yordamchi jarayonlar deganda asosiy boyitish jarayonlarining samaradorligini oshiradigan va qayta ishlash natijasida olingan mahsulotlarning samaradorligini va sifatini oshiruvchi jarayonlar tushuniladi.

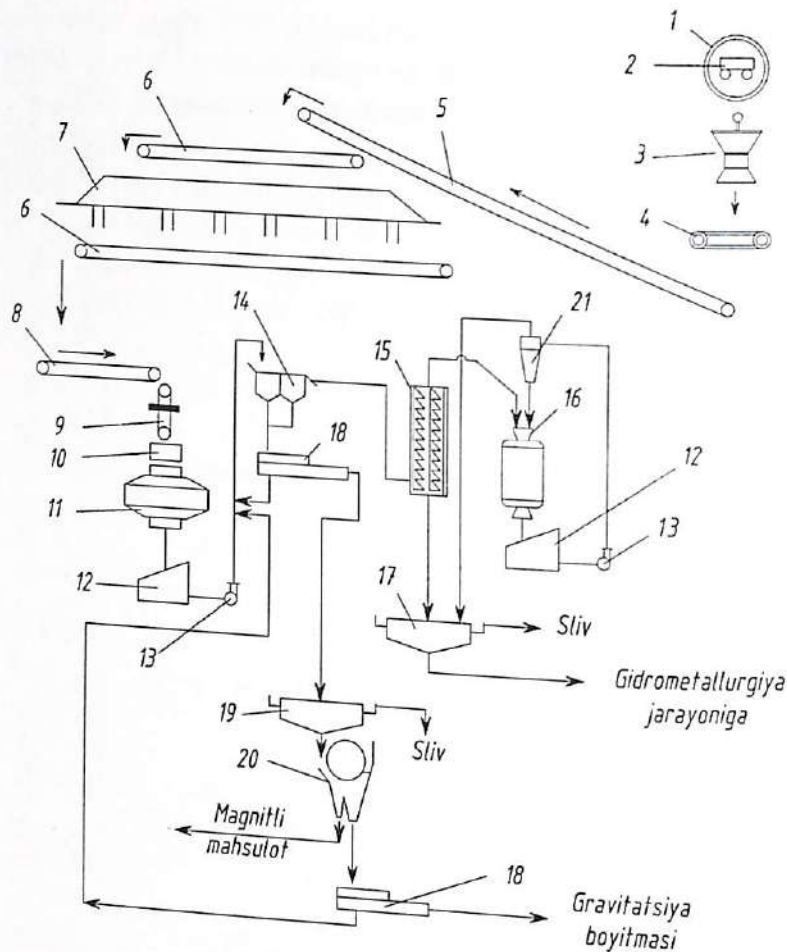
Bunda changsizlantirish, sexlarni shamollatish, loyqasizlantirish, suvsizlantirish, quyiltirish, filtrlash, quritish bosqichlari tushuniladi.

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

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



4.3-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining texnologik sxemasi



4.4-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

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 (4.5-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.

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 zarrachalar oralig'idan suvni tabiiy holda sizib chiqishiga asoslangan qattiq va suyuq fazani ajratish jarayonidir.

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.

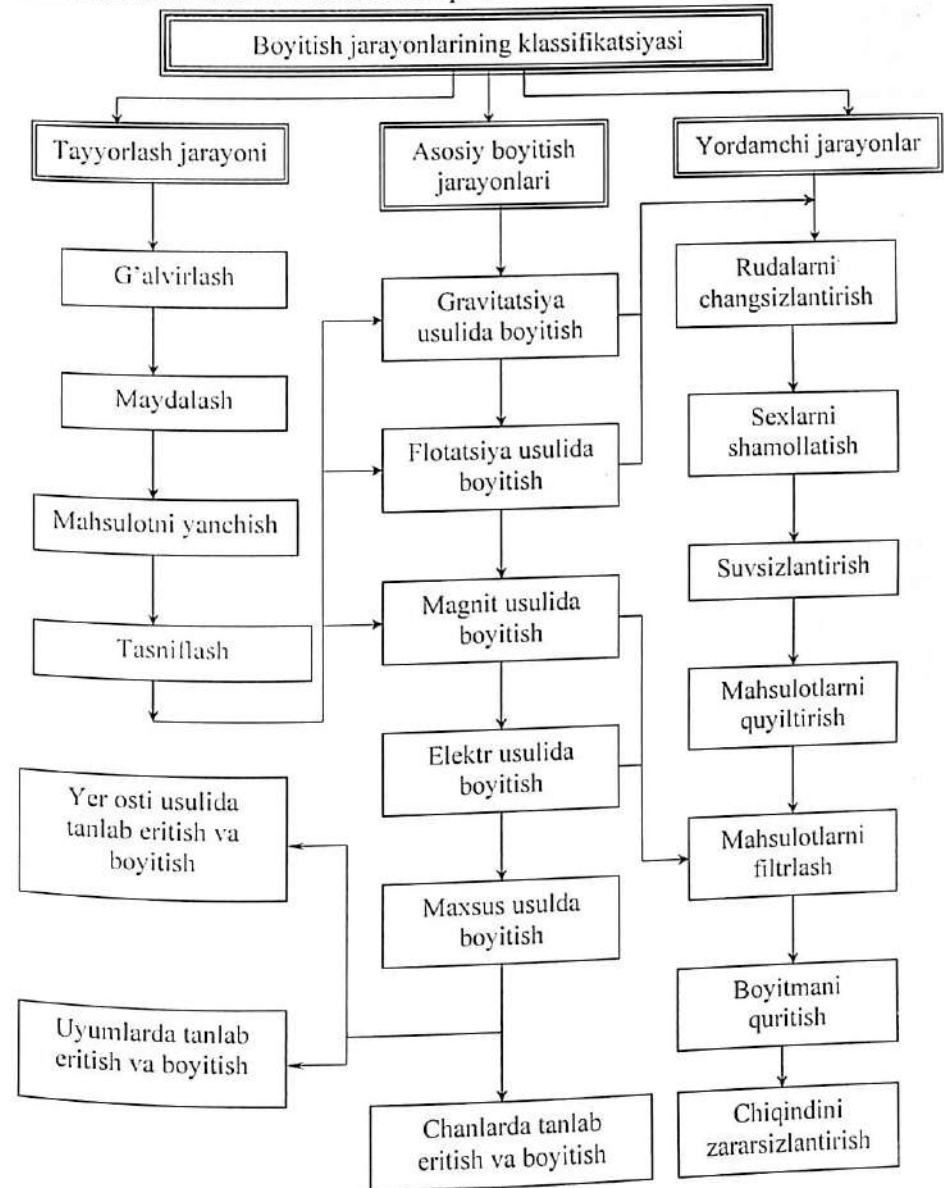
Quyiltirish bu qattiq va suyuq fazani ularni zichligining farqiga asoslangan holda ajratish jarayonidir.

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 govak to'siq orqali ajratish jarayonidir.

Filtrlash jarayoni o'lchami 0,5-0,1 mm dan kichik bo'lgan mahsulotlarni suvsizlantirishda qo'llaniladi.



4.5-rasm. Boyitish jarayonlarining ketma-ketligi va etaplari.

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.

Drenajlash jarayoni o'lchami 1,0-0,5 mm dan katta bo'lgan mahsulotlarni

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.

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.

V BOB. GIDRAVLIK KLASSIFIKATSIYA

Gidravlik tasniflash suvda mineral zarralar aralashmalarini ularning tushish tezligi bo'yicha gidravlik sinflarga ajratish jarayonidan iborat. Ajralish muhiti sifatida havodan ham foydalanish mumkin. Unda tasniflash pnevmatik yoki havoli tasniflash deyiladi.

Gidravlik tasniflash mustaqil, asosiy boyitish jarayoni, shuningdek, tayyorlov yoki yordamchi jarayon ham bo'lishi mumkin.

Asosiy jarayon sifatida gidravlik tasniflash monomineral aralashmalarni yirikligi bo'yicha ajratish uchun qo'llaniladi. Bu holatda jarayon elash kabi ahamiyatga ega bo'ladi. Mineral zarralarning ajralishi ularning tushish tezliklari bo'yicha sodir bo'ladi. Bunday jarayon, ayniqsa, dastlabki mahsulotning yirik zarrali qismidan serloyqa, tuproqli zarralarni ajratib olish uchun samaralidir.

Tayyorlov jarayoni sifatida gidravlik tasniflash konsentratsiya stollarida, diafragmali cho'ktirish mashinalarida va boshqa boyitish uskunalarda rudani boyitishdan oldin qo'llaniladi. Bunda polimineral aralashma teng tushuvchanligi bo'yicha gidravlik sinflarga bo'linadi, olinadigan gidravlik sinflar esa, birinchisidan tashqari, og'ir mineralning mayda va yengil minerallarning yirik teng tushuvchi zarralaridan iborat bo'ladi.

Yordamchi jarayon sifatida gidravlik tasniflash yanchilgan rudadan yirik donador zarralarni (qumlarni) ajratib olish va yana tegirmonga qaytarish uchun yanchish sxemalarida keng qo'llaniladi.

Gidravlik tasniflashga yuboriladigan materialning yirikligi rudalar uchun 5-6 mm dan, ko'mir uchun 13 mm dan oshmaydi.

Gidravlik tasniflash ajralish muhitida zarralarning erkin va siqilib tushishi sharoitlarida amalga oshirilishi mumkin. Mineral zarralarning erkin tushishi aslida elakli tahlilning davomi hisoblangan sedimentatsiya tahlilini amalga oshirishda muhim o'rin tutadi.

Qolgan holatlarda gidravlik tasniflash siqilib tushish sharoitlarida amalga oshiriladi.

12-§. Sedimentatsiya tahlili

Sedimentatsion tahlil teshik o'lchami 74 mkm dan kichik elak yo'qligi tufayli elakli tahlilni bajarish mumkin bo'lmaganda, mayin yanchilgan mahsulotlarning donadorlik tarkibini aniqlash uchun qo'llaniladi. Ko'pincha sedimentatsion tahlil elakli tahlilning davomi hisoblanadi, bunda 74 mkm dan katta yiriklik sinflarining chiqishi elakli tahlilda, 74 mkm dan kichiklarini esa sedimentatsion tahlil bilan aniqlanadi.

Sedimentatsion tahlilni bajarishning ikkita usuli mavjud: dekantatsiya (bo'tanani tindirish) va gidravlik tasniflash bilan.

Birinci usulda mineral zarralar erkin tushishga yaqin bo'lgan sharoitlarda harakatsiz suvga cho'ktiriladi.

Ikkinchi usulda mineral zarralar maxsus gidravlik klassifikatorda suvning ko'tariluvchi oqimida tushish tezliklari bo'yicha ajratiladi.

Dekantatsiya orqali sedimentatsion tahlilni bajarish usuli

Tahlilni o'tkazish uchun shisha idishlardan – baland stakanlar, o'lchov silindridan yoki devorida bo'tananing yuqori va pastki darajalari, ya'ni, zarralar erkin tushishda vertikal bo'yicha o'tadigan masofa belgilari mavjud shisha butilkadan (5.1, a-rasm) foydalaniladi. Aniq misolda tahlilning bajarilish usulini ko'rib chiqamiz.

$D = 100$ mm; $H_0 = 700$ mm o'lchamli shisha idish olamiz. Tekshiriladigan namuna $\delta = 2800$ kg/m³, $\omega = 0,9$ va $0,074-0$ mm yiriklikka ega.

1. Tekshiriladigan namunani ajratish lozim bo'lgan yiriklik sinflarini belgilaymiz: $0,074-0,05$; $0,05-0,025$; $0,025-0,01$ mm. Shunday qilib, dastlabki namuna ajralish yirikliklari bo'yicha: $10, 25, 50$ mkm o'lchamda bo'lish lozim.

2. (2.3a) va (5.15) formulalardan foydalanib, ko'rsatilgan yiriklikdagi zarralarning erkin tushish tezligini hisoblaymiz.

$$d = 10 \text{ mkm uchun}$$

$$S_c = \frac{6}{0,01 \cdot 10^{-3} \cdot (2800 - 1000) \cdot 0,9} = 370,37 \text{ m}^2/\text{kg};$$

$$v_n = \frac{4(\delta - \Delta)S_c}{\Delta} \left(\sqrt{\mu^2 + \frac{\Delta g}{(\delta - \Delta)^3 S_c^3}} - \mu \right) = \frac{4 \cdot (2800 - 1000)}{1000} \cdot 370,37 \cdot$$

$$\cdot \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{9,8 \cdot 1000}{(2800 - 1000)^3 \cdot 370,37^3}} - 10^{-3} \right) = 0,00007938 \text{ m/sek}$$

3. Dastlabki tekshiriladigan o'lchangan massaning eng yuqori joiz bo'lgan massasini hisoblaymiz: silindrning yuqori qirrasidan 5 sm pastgacha bo'tana bilan to'ldirilgan silindrni olamiz. Bunda tahlil o'tkazish uchun qo'llaniladigan sig'im hajmi dm³ tashkil etadi

$$V_s = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot (7,00 - 0,50) = 5,1 \text{ dm}^3$$

Bo'tanadagi qattqlikning hajm bo'yicha konsentratsiyasi ko'pi bilan 3%. O'lchangan massa $M = 5,1 \cdot 0,03 \cdot 2,8 = 0,428$ kg ni tashkil etadi. $M = 420$ g deb qabul qilamiz.

4. Yuqori qirradan 5 sm masofada yuqori belgini, pastki belgini esa yuqori belgidan $H = 0,5$ m masofada belgilaymiz.

$d = 10$ mkm o'lchamdagi zarralarning yuqori belgidan pastki belgigacha tushish vaqtini hisoblaymiz:

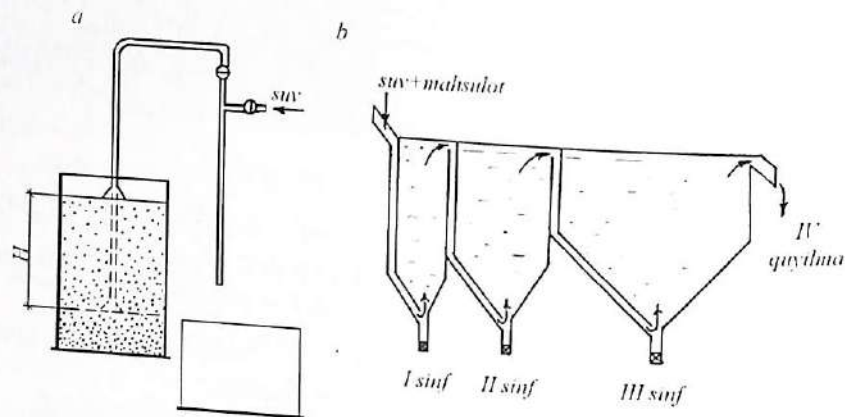
$$t_1 = \frac{0,5}{0,00007938} = 6299 \text{ sek} = 1 \text{ s } 44 \text{ min } 59 \text{ sek}$$

5. 420 g massali tadqiq qilinayotgan namunani silindrga joylaymiz, silindrning yuqori belgisigacha suv quyamiz. Idish ichidagini yaxshilab chayqaltiramiz, sekundomerni ishlatib, idishni bo'tanini tindirish uchun qo'yamiz. 1 s 44 min 59 s o'tgach, voronkasi bo'tana sathidan 1-2 sm pastda joylashgan sifon yordamida bo'tananing yuqori qatlami silindrdan olinadi, buning uchun sifon voronkasi bo'tana sathi bilan baravar sekin pasaytirilib tushiriladi. Olingan quyilmaga 10 mkm dan kichik yiriklikdagi zarralar o'tadi.

6. Silindrning yuqori belgisigacha suv quyiladi va barcha jarayon qaytariladi. Belgilangan vaqt davomida suv silindrdagi pastki belgi yuqorisida tiniq bo'lgunicha chayqaltirish va dekantatsiya ko'p marta davom ettiriladi.

7. Olingan quyilmalar tindiriladi, toza suv to'kib yuboriladi, quritiladi va 10-0 mkm yiriklikda olingan sinf tarozida tortiladi.

8. 10-0 mkm sinf ajratib olingach, silindrdagi namuna qoldig'idan, oldindan mos ravishda 25 va 50 mkm yiriklikdagi zarralar uchun v_{02} ; v_{03} ; t_2 va t_3 hisoblanib, xuddi shunday 10-25 mkm sinf, so'ngra esa 25-50 mkm sinf ajratiladi.



5.1-rasm. Sedimentatsion tahlilni bajarish sxemalari:
a – dekantatsiya bilan; b – gidravlik tasniflagichda

Ikkinchi usul bo'yicha sedimentatsiya tahlilini bajarish uchun 3 yoki 4 kameradan iborat bo'lgan maxsus tuzilgan gidravlik tasniflagichdan foydalaniladi. Kameralar kesimi dumaloq yoki kvadrati. Kameralarning pastki qismi konussimon yoki piramidasimon. Yonmayon turgan kameralarning kesim maydoni 4 marta farq qiladi. Masalan, birinchi kameraning kesim maydoni $2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ sm}^2$; ikkinchisidiki $5 \times 5 = 25 \text{ sm}^2$ va uchinchisidiki $10 \times 10 = 100 \text{ sm}^2$.

Tasniflagichning ishlash qoidasi quyidagicha, 5.1,b-rasm. Suv birinchi kameraga pastdan beriladi. Kamerada U_1 tezlik bilan harakatlanuvchi suvning ko'tariluvchi oqimi hosil bo'ladi. Kamera yuqorisida keyingi kameraga quyiluvchi joy mavjud va birinchi kameradan maxsus kanal bo'yicha suv ikkinchi kameraga pastki qismidan kiradi. Ikkinchi kameraga o'tgan suv oqimi uchinchi kameraga o'tadi. Har bir kameradan o'tadigan suvning sarfi doimiy.

Kameralar kesimi har xil bo'lganligi uchun, kameralarda suvning ko'tariluvchi oqimi tezliklari ham har xildir, ya'ni, $U_1 > U_2 > U_3$.

Tahlilni o'tkazish usuli quyidagicha.

Birinchi kamerada ajralish yirikligi belgilanadi, masalan, 50 mkm. δ va ω dastlabki mahsulot xususiyatlarini bilib, ko'rsatilgan yiriklikdagi zarralarning erkin tushishi tezligi hisoblanadi. Yuqorida ko'rib o'tilgan misolda u quyidagini tashkil etadi: $S_{s1} = 74,0740 \text{ m}^2/\text{kg}$, $v_0 = 0,0019808 \text{ m}/\text{sek}$ yoki $v_0 = 0,19808 \text{ sm}/\text{sek}$; Unda birinchi kameraga beriladigan suvning sarfi quyidagini tashkil etadi: $v_0 \cdot F_1 = 0,19808 \cdot 6,25 = 1,238 \text{ sm}^3/\text{sek}$. Ikkinchi kamerada ham suvning sarfi xuddi shunday, lekin ko'tariluvchi oqim tezligi quyidagiga teng bo'ladi: $U_2 = 1,238/25 = 0,04952 \text{ sm}/\text{sek}$ yoki $U_2 = v_{02} = 0,0004952 \text{ m}/\text{sek}$. (5.16) formula bo'yicha erkin tushishning xuddi shunday tezligiga ega bo'lgan zarralar o'lchamini hisoblaymiz: $S_{s2} = 148,269256 \text{ m}^2/\text{kg}$; va 2.3, a formula bo'yicha:

$$d = \frac{6}{148,269 \cdot (2800 - 1000) \cdot 0,9} = 0,02482 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 25 \text{ mkm}$$

Shunday qilib, biz shunga ishonch hosil qildikki, tasniflagichning keyingi kamerasining kesim maydoni 4 marta oshishi bilan ajralish yirikligi 2 marta kamayadi: $50 : 25 = 2$.

Shunday qilib, uch kamerali tasniflagichda yiriklikning quyidagi sinflarini olish mumkin: 74–50; 50–25; 25–12,5; va 12,5–0 mkm.

Belgilangan hisoblashlar bilan suvning talab etilgan sarfi aniqlanadi, so'ngra esa sekin, kichikroq porsiyalar bilan tadqiq qilinayotgan o'lchangan namuna suv bilan tasniflagichga yuboriladi. O'lchangan namuna dastlab suv bilan namlanadi. U yuklangach (100–150 g), tasniflagichning slivida qattiq zarralar qolmaguncha, tasniflagich ishlash uchun qoldiriladi. Butun namunani yuvish vaqti 2 soatga yaqinni tashkil etadi, undan so'ng suv berilishi to'xtatiladi. Har bir kameradan suvning ko'p qismi sifon yordamida olib tashlanadi. Kameralarda qolgan cho'kma har bir kameradan tushirib olinadi, quritiladi va tarozida o'lchanadi.

Dekantatsiyali birinchi usul juda aniq usul va undan foydalanish har qanday yiriklikdagi sinflarni olish imkonini beradi. Biroq, bu usul

tahlilning ancha sermehnatliligi va uzoq davomiyligi bilan ajralib turadi.

Gidrotasniiflagichni qo'llash bilan tahlil qilishning aniqligi kamligini aytish lozim, chunki kamerada ko'tariluvchi oqimning tezligi kameraning butun kesimi bo'ylab mutlaqo bir xilda bo'lishi mumkin emas. Lekin bu usul tahlilni bajarish uchun nisbatan kam xarajat, mehnat va vaqt talab etadi.

13-§. Zarralar diagrammasi. Gidravlik tasniflash shkalasi va moduli

Aniq misolda zarralar diagrammasi tuzilishini ko'rib chiqamiz. Galenit va kvars zarralari aralashmasiga egamiz. Dastlabki mahsulotning yirikligi 3-0 mm. Kvarsning zichligi $\delta_1 = 2700 \text{ kg/m}^3$, kvars zarrasining shakl koeffitsienti $\omega_1 = 0,6$; galenit uchun: $\delta_2 = 7500 \text{ kg/m}^3$ va $\omega_2 = 0,75$.

Yuqorida ko'rsatilgan ko'lamda turli yiriklikdagi kvars va galenit zarralarining erkin tushish tezligini hisoblaymiz. Hisoblash natijalari 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1-jadval

Zarralar erkin tushishi tezliklarini hisoblash natijalari

Zarralar o'lchami d_e, mm	Galenit; $\delta_2 = 7500 \text{ kg/m}^3$			Kvars; $\delta_1 = 2700 \text{ kg/m}^3$		
	$S_s, \text{m}^2/\text{kg}$	$v_0, \text{m/s}$	$\lg v_0$	$S_s, \text{m}^2/\text{kg}$	$v_0, \text{m/s}$	$\lg v_0$
3,0	0,410	0,6078	-0,216	1,960	0,2698	-0,569
1,5	0,821	0,4162	-0,381	3,922	0,1751	-0,757
0,8	1,538	0,2818	-0,550	7,353	0,1040	-0,983
0,4	3,077	0,1595	-0,797	14,706	0,0437	-1,359
0,2	6,154	0,0660	-1,180	29,410	0,0129	-1,889

5.2-rasmda yarimlogarifmik setkada zarralar diagrammasi tasvirlangan $v_0 = f(d)$. Abssissalar o'qi bo'ylab natural masshtabda zarralar o'lchamlari, ordinatalar o'qi bo'ylab esa - galenit va kvars

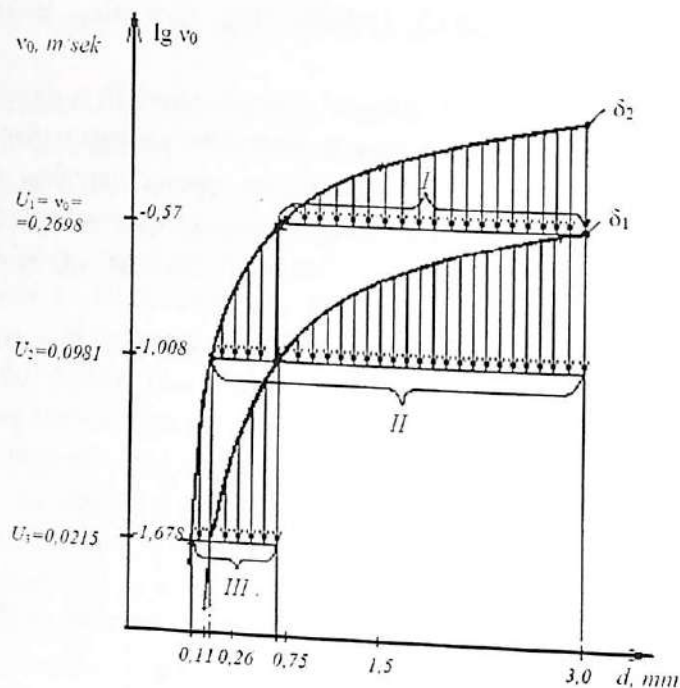
zarralarining erkin tushish tezliklarining qiymatlar logarifmlari qo'yilgan.

Agar kvars va galenit zarralari aralashmalari $U_1 = v_{01} = 0,2698 \text{ m/s}$ sek tezikka ega bo'lgan suvning ko'tariluvchi oqimiga joylashtirilsa, unda 3 dan 0,75 mm gacha yiriklikdagi galenit zarralari suvning ko'tariluvchi oqimida pastga tushadi, chunki ularning tushish tezligi U_1 dan yuqori. 3-0,75 mm yiriklik sinfidagi galenit faqat "og'ir" mineral zarralaridan iborat bo'lgan birinchi gidravlik sinfni tashkil etadi. Galenit va kvarsning qolgan barcha zarralari suv oqimi bilan yuqoriga ko'tariladi, $d = 3 \text{ mm}$ diametrli kvars va 0,75 mm yiriklikdagi galenit zarralaridan tashqari, qaysiki ular bir sathda aylanib yuradi, ya'ni ular cho'kmaydi va suv oqimi bilan yuqoriga ham ko'tarilmaydi, chunki ularning tushish tezligi ko'tariluvchi oqim tezligiga tengdir.

Galenitning $d = 0,75 \text{ mm}$ diametrli zarralari kvarsning $d = 3 \text{ mm}$ diametrli zarralari bilan teng tushuvchi bo'ladi, chunki ularning tushishi bir xil tezlikka ega. Bunda teng tushish koeffitsienti quyidagini tashkil etadi:

$$e_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{3}{0,75} = 4,0$$

Birinchi gidravlik sinf ajratilib, oqimda qolgan barcha kvars va galenit zarralarini yig'amiz va $U_2 = 0,0981 \text{ m/s}$ sek tezlikka ega bo'lgan, ya'ni diametri 0,75 mm bo'lgan kvars zarralarining erkin tushishiga teng suvning ko'tariluvchi oqimiga joylashtiramiz. Suvning bu oqimida 3 dan 0,75 mm gacha yiriklikdagi kvars zarralari va 0,75 dan 0,26 mm gacha yiriklikdagi galenit zarralari cho'kadi, chunki ularning erkin tushish tezliklari U_2 dan yuqori. Shunday qilib, yirikligi 3-0,75 mm bo'lgan kvars zarralaridan va galenitning mayda, teng tushuvchi 0,75-0,26 mm yiriklikdagi zarralaridan iborat bo'lgan 3-0,26 mm (II) yiriklikdagi ikkinchi gidravlik sinf ajraladi (cho'kadi).



5.2-rasm. Zarralar diagrammasi

Teng tushish koeffitsienti quyidagini tashkil etadi:

$$e_2 = \frac{0.75}{0.26} = 2.9$$

Mayda zarralar aralashmasining qolgan qismini $U_3 = 0.0215$ m/sek tezlikka ega bo'lgan suvning uchinchi ko'tariluvchi oqimiga joylashtiramiz va "cho'kindi"da kvarsning 0,75–0,26 mm yiriklikdagi va galenitning 0,26–0,11 mm yiriklikdagi zarralaridan iborat bo'lgan 0,75–0,11 mm o'lchamli uchinchi gidravlik sinfga (III) ega bo'lamiz. Bu holatda teng tushish koeffitsienti quyidagini tashkil etadi:

$$e_3 = \frac{0.26}{0.11} = 2.5$$

Bunday tuzilishni, juda mayda gidravlik sinflarni ajratib, yana davom ettirish mumkin.

Bunday tarzda olingan gidravlik sinflar, faqat og'ir mineral zarralaridan iborat bo'lgan birinchi sinfdan tashqari, elash bilan olingan yiriklik sinflaridan shunisi bilan ajralib turadiki, gidravlik sinfdan uning yirik qismi yengil mineral zarralaridan, mayda qismi esa og'ir mineral zarralaridan tuzilgan bo'ladi. Bunday gidravlik sinflarni boyitishning har qanday qo'llasa bo'ladigan gravitatsiya usullari bilan yengil va og'ir fraksiyalarga ajratish oson.

Ta'kidlash joizki, faqat galenit zarralaridan iborat bo'lgan birinchi gidravlik sinf tayyor boyitma hisoblanadi. Asosan, gravitatsion boyitishning har qanday usulini amalga oshirishda aynan birinchi sinfni olishga intilishadi. Bizning holatda, agar kvars-galenit aralashmasida yiriklik sinflari bo'yicha galenitning bir tekis taqsimlanishi qabul qilinsa, unda galenitni birinchi gidravlik sinfga ajralishi quyidagini tashkil etadi, %:

$$e \approx \frac{3 - 0.75}{3} \cdot 100 = 75$$

Diagramma bo'yicha olinadigan gidravlik sinflar (5.2-rasmga qarang), *tor gidravlik sinflar* deyiladi. Tor gidravlik sinfdan og'ir mineralning eng katta zarrasi yengil mineralning eng kichik zarrasidan kichik. Tor gidravlik sinflar olinadigan $U_1 : U_2 : U_3$ va hk. ko'tariluvchi oqimlar tezliklarining qatori *gidravlik tasniflash shkalasi* deyiladi.

Ko'tariluvchi oqimning ikkita, yonma-yon turgan (kattasining kichigiga) tezliklari nisbati *gidravlik tasniflash shkalasining moduli* (t) deyiladi. Bizning holatda quyidagi modullarga ega bo'lamiz:

$$m_1 = \frac{0.2698}{0.0981} = 2.75 ; m_2 = \frac{0.0981}{0.0215} = 4.56 ; m_3 = \frac{0.0215}{0.0037} = 5.8$$

Zarralar diagrammasini tuzish bo'yicha barcha olingan ma'lumotlarni 5.2-jadval ko'rinishida taqdim etish qulay.

Gidravlik tasniflashda gidravlik sinflar yirikligining kamayishi bilan teng tushish koeffitsientlari kamayadi, gidravlik tasniflash shkalasi modulining qiymatlari esa ortadi.

Gidravlik tasniflash shkalasi tavsifi

Tasniflash shkalasi, m/sek	m	Gidravlik sinflar, mm			ye
		sinf o'lchami	og'ir zarralar o'lchami	yengil zarralar o'lchami	
0,2989	2,73	3,00-0,75	3,00-0,75	-	4,0
0,0981					
0,0215	4,56	3,00-0,26	0,75-0,26	3,00-0,75	2,9
0,0037	5,8	0,75-0,11	0,26-0,11	0,75-0,26	2,5

Bu boyitish amaliyotida rudalarni boyitishga tayyorlashda rudaning yirik qismi elash orqali yiriklik sinflariga bo'linishini, mayda qismi esa gidravlik tasniflagichlarda gidravlik sinflarga bo'linishini izohlaydi. Rudani boyitishga tayyorlashning bunday sxemasida boyitiladigan sinflar juda kam bo'ladi.

14-§. Erkin tushish sharoitida mineral zarralarning gidravlik tasniflash shkalalarini hisoblash usuli

Gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash usulini aniq misolda – galenit va kvars aralashmasi tasnifida ko'rib chiqamiz. Hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar quyidagicha: dastlabki mahsulotning eng katta zarrasining yirikligi $d_{\max} = 10$ mm; kvarsning zichligi $\delta_1 = 2650$ kg/m³; galenitning zichligi $\delta_2 = 7500$ kg/m³.

Kvars va galenit zarralarining shakl koeffitsientlari, boshqa minerallar kabi, ularning yirikligiga bog'liqdir. Bir xil mahsulotda zarralarning yirikligi kamayishi bilan shakl koeffitsienti ω ortadi. Adabiyotlardagi ma'lumotlardan foydalanib, shakl koeffitsienti miqdorini qabul qilamiz: 10-0,3 mm yiriklikdagi kvars zarralari uchun $\omega_1 = 0,54$ va 0,3 mm dan kichik yiriklikdagilar uchun $\omega_1 = 0,8$. Mos

ravishda galenit uchun $\omega_2 = 0,68$ i 0,9. Hisoblashlarda (5.15) va (5.16) formulalarni qo'llaymiz.

Hisoblash usuli.

1. 10 mm o'lchamli kvars zarralari uchun solishtirma yuza qiymatlarini (m²/kg) aniqlaymiz.

$$S_{c1} = \frac{6}{d_1(\delta_1 - 1000)} = 0,3636$$

$$\text{Miqdorni topamiz } S_{c1} = \frac{S_{c1}}{\omega_1} = 0,673 \text{ m}^2/\text{kg}$$

2. Ushbu zarralar uchun erkin tushishning oxirgi tezligining qiymatini hisoblaymiz, m/sek:

$$v_{01} = \frac{4(2650 - 1000)0,637}{1000} \left(\sqrt{10^{-6} + \frac{9,8 \cdot 1000}{(2650 - 1000)^2 \cdot 0,673^3}} - 10^{-3} \right) = 0,4784$$

3. $d = 10$ mm li kvars zarrasi bilan teng tushuvchi galenit zarrasi uchun S_{s2} miqdorni (m²/kg) aniqlaymiz:

$$S_{s2} = \{ [1000^2 \cdot 0,4784^4 + 512 \cdot 0,001 \cdot 9,8 (7500 - 1000) \cdot 0,4784]^{1/2} - 10^3 \cdot 0,4784^2 \} \cdot [16 (0,001 (7500 - 1000) \cdot 0,4784)]^{-1} = 0,6417 \text{ m}^2/\text{kg}$$

4. Teng hajmli shar uchun S_s ni aniqlaymiz, m²/kg:

$$S_{c2} = S_{c2} \cdot \omega_2 = 0,6417 \cdot 0,68 = 0,43635$$

5. Galenitning teng tushuvchi zarrasining ekvivalent diametrini hisoblaymiz (mm):

$$d_2 = \frac{6}{[0,43635 (7500 - 1000)] \cdot 10^{-3}} = 2,115$$

6. Teng tushishning birinchi koeffitsientini aniqlaymiz:

$$e_1 = \frac{10}{2,115} = 4,7$$

So'ngra 2,115 mm yiriklikdagi kvars zarralarining solishtirma yuzasini hisoblashdan boshlab, 1-6 punktlar bo'yicha hisoblashlar qaytariladi. Kvars va galenit zarralarining o'lchamlarini hisoblash jarayonida koeffitsient qiymatlarining 0,3 mm dan kamiga erishishda zarralar shakl koeffitsientini $\omega_1 = 0,8$ va $\omega_2 = 0,9$ ga o'zgartirish lozim. Hisoblash natijalari 5.3-jadvalda (oltita davr) keltirilgan.

Hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki, galenit va kvars aralashmalarining 10 – 0,014 mm yiriklik ko'lamida tor gidravlik sinflarni olish uchun zarralarning ushbu aralashmasini oltita sinfga bo'lish lozim.

Boyitish amaliyotida, minerallar zichliklarining bunday katta farqlanishida, dastlabki mahsulotni gidravlik tasniflash orqali boyitishga tayyorlashda kam miqdordagi gidravlik sinflarga bo'linadi, ya'ni, "keng" gidravlik sinflar olinadi, ular diafragmali cho'ktirish mashinalarida va tebranma konsentratsiya stollarida muvaffaqiyatli boyitiladi.

5.3-jadval ma'lumotlarining tahlili shuni ko'rsatadiki, zarralar yirikligining kamayishi bilan teng tushish koeffitsienti ye 4,7 dan 2,2 gacha sekinlik bilan kamayadi. Bu holatda $ye = 2,2$ miqdor eng kichik hisoblanadi va kichik sinflar uchun doimiy bo'lib qoladi.

Hisoblash natijalari

5.3-jadval

Tasniflash shkalasi, $U, m/s$	Shkala moduli, m	Gidravlik sinflar, mm			Teng tushish koeffitsienti ye
		sinf o'lchami	og'ir zarralar o'lchami	yengil zarralar o'lchami	
0,4784	2,37	10-2,115	10-2,115	-	4,7
0,2020	3,31	10-0,569	2,115-0,569	10-2,115	3,7
0,0611	4,36	2,115-0,159	0,569-0,159	2,115-0,569	3,6
0,0140	5,00	0,569-0,0703	0,159-0,0703	0,569-0,159	2,3
0,0028	5,00	0,159-0,0314	0,0703-0,0314	0,159-0,0703	2,2
0,0006		0,0703-0,014	0,0314-0,014	0,0703-0,0314	2,2

Tasniflash shkalasining moduli esa, aksincha, 2,37 dan 5 gacha ortadi, bu minerallarning ushbu aralashmasi uchun eng katta qiymat hisoblanadi.

"Yengil" zarralarning shakl koeffitsientiga qaraganda "og'ir" zarralarning ancha kam shakl koeffitsientiga ega bo'lgan holat uchun gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash misolini ko'rib chiqamiz.

Plastinkasimon (tangasimon) shaklli sof oltin va kvarsni boyitish misolini ko'rib chiqamiz.

Hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar: zarralarning eng katta o'lchami $d = 0,3$ mm; $\delta_1 = 2650$ kg/m³; $\delta_2 = 17000$ kg/m³; $\omega_1 = 0,8$; $\omega_2 = 0,2$.

Hisoblash tartibi. Avvalo, qanday zarralar gidravlik sinflarda "og'ir" bo'lishini, ya'ni, erkin tushishning bir xil tezligida ular kichik o'lchamga ega bo'lishini, qanday zarralar "yengil" bo'lishini aniqlash lozim. Buning uchun $d_e = 0,3$ mm li kvars va oltin zarralari uchun erkin tushish tezligining qiymatini hisoblaymiz.

Kvars uchun: $S_s = 6 / [0,3 \cdot 10^{-3} (\delta_1 - 1000) \cdot \omega_1]^{-1} = 15, (15) \text{ m}^2/\text{kg}$; $v_{01} = 0,04269 \text{ m}/\text{sek}$.

Oltin uchun: $S_s = 6,25 \text{ m}^2/\text{kg}$; $v_{02} = 0,0302 \text{ m}/\text{sek}$. Hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki, "yengil" zarralar uchun oltin zarralarini qabul qilish lozim. Zichlikdagi katta farq oltin va kvars zarralarining shakl koeffitsientlaridagi farq bilan qoplanadi.

Bunday holatda keyinchalik hisoblash quyidagi tartibda davom ettiriladi. Noto'g'ri shakldagi kvarsning teng tushuvchi zarralari uchun S_s miqdorni aniqlaymiz, m²/kg

$$S_s = [(10^6 \cdot 0,0302^4 + 8287,488 \cdot 0,0302) \cdot 10^{-3} \cdot 0,0302^2] (26,4 \cdot 0,0302)^{-1} = 18,7318$$

Sharga teng hajmli zarraning solishtirma yuzasi, m²/kg

$$S_{c_1} = S_c \cdot \omega_1 = 18,7318 \cdot 0,8 = 14,9855$$

Kvarsning teng tushuvchi zarralari o'lchamini aniqlaymiz

$$d_2 = 6 [S_{s,e} (2650 - 1000)]^{-1} = 0,000242 \text{ m yoki } 0,242 \text{ mm}.$$

So'ngra hisoblashlar qaytariladi.

5.4-jadvalda keltirilgan hisoblashlar natijalari quyidagi xulosalarga kelish imkonini beradi. Birinchidan, tasniflash shkalasi va teng tushuvchanlik koeffitsientlari juda past qiymatlarga ega bo'ladi. Va shuning uchun ko'rib chiqilayotgan aralashmani mikrometrlar bilan o'lchanadigan yiriklikkacha tor gidravlik sinflarga ajratishda mm/sek va mm/sek ning ulushlarida o'lchanadigan ko'tariluvchi oqim tezliklarida 10 dan ortiq gidravlik sinflar olish lozim, bu esa amaliy

jihtadan mumkin emas. Ikkinchidan, plastinkasimon oltin gidravlik sinflarni keyingi boyitishda yenil fraksiyani ifodalaydi, ya'ni, suvning asosiy oqimi bilan birga chiqib ketadi.

5.4-jadval

Tangasimon oltin va kvarsni gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash natijalari

U, m/sek	Shkala moduli, m	Gidravlik sinflar, mm			Teng tushish ko'effitsienti, ye
		Sinfning o'lchami	kvars zarrasining o'lchami	oltin zarrasining o'lchami	
0,03025	1,50	0,300-0,242	0,300-0,242	-	1,2
0,02015	1,57	0,300-0,193	0,242-0,193	0,300-0,242	1,2
0,01286	1,61	0,242-0,152	0,193-0,152	0,242-0,193	1,3
0,00800	1,63	0,193-0,119	0,152-0,119	0,193-0,152	1,3
0,00491	1,64	0,152-0,093	0,119-0,093	0,152-0,119	1,3
0,00300		0,119-0,072	0,093-0,072	0,119-0,093	1,3

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, agar oxirgi misolda plastinkasimon oltinning shakl ko'effitsienti $\omega_2 = 0,2424$ ga teng deb qabul qilinsa, unda gidravlik sinflar olish umuman mumkin bo'lmaydi, chunki d_e ga teng bo'lgan kvars va oltin plastinkasi baravar teng tushuvchi bo'ladi.

Shunday qilib, noto'g'ri shakldagi zarralar uchun gidravlik tasniflash shkalasini hisoblashning taqdim etilgan usulidan foydalanish zarralarning erkin tushish sharoitlariga yaqin bo'lgan sharoitlarda har bir aniq mineral xom ashyoni boyitish mumkinligini baholash imkoniyatini beradi.

15-§. Siqilib tushish sharoitlarida gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash usuli

Gidravlik tasniflash shkalasini hisoblashda siqilib tushish tezliklarini hisoblash uchun avvalo bo'tana zichligini Δ_{CT} va suyuqlik+qattqlik tizimining keltirilgan qovushqoqligini μ_{CT} hisoblash lozim.

Aniq misolda hisoblash usulini ko'rib chiqamiz.

Dastlabki ma'lumotlar. Kvars ($\delta_1 = 2700 \text{ kg/m}^3$; $\omega_1 = 0,7$) va galenit ($\delta_2 = 7500 \text{ kg/m}^3$; $\omega_2 = 0,8$) minerallari aralashmasidan iborat bo'tana berilgan. Bo'tanada qattqlikning miqdori $Q = 30 \%$; qattiq fazada galenitning miqdori $\alpha_{gal} = 10 \%$; minerallarning yirikligi 6-0 mm.

Hisoblash usuli.

1. Bo'tana zichligini Δ_{CT} hisoblaymiz. Bo'tana zichligini hisoblash uchun 1000 kg bo'tana hajmini aniqlaymiz, m^3 :

$$V = \frac{1000 \cdot Q \cdot \alpha_{gal}}{\delta_2} + \frac{1000 \cdot Q(1 - \alpha_{gal})}{\delta_1} + (1 - Q) \quad (5.1)$$

bunda, Q va α_{gal} – birlik ulushlarda.

$$V = V_{gal} + V_{kv} + V_s = \frac{1000 \cdot 0,3 \cdot 0,1}{7500} + \frac{1000 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,1)}{2700} + (1 - 0,3) = 0,004 + 0,1 + 0,7 = 0,804 \text{ m}^3$$

Bo'tana zichligi quyidagini tashkil etadi:

$$\Delta_{CT} = \frac{1000}{0,804} = 1244 \text{ kg/m}^3$$

Bunda yumshalish ko'effitsienti quyidagiga teng:

$$\theta = \frac{0,7}{0,804} = 0,87$$

2. Keltirilgan qovushqoqlikni hisoblashni quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiramiz. (4.19) formula bo'yicha galenitdan hosil bo'lgan bo'tana uchun alohida, kvarsdan hosil bo'lgan bo'tana uchun alohida keltirilgan qovushqoqlikni hisoblashni amalga oshiramiz, so'ngra esa kvars : galenit hajmiy o'zaro nisbatlarni hisobga olib, o'rtacha o'lchan-gan qovushqoqlikni hisoblaymiz. μ_{CT} mineral zarralar yirikligiga

bog'liq bo'lganligi uchun hisoblashda zarralarning o'rtacha yirikligini qabul qilamiz $d_{or} = d_{max}/2 = 3 \text{ mm}$.

Kvarsdan hosil bo'lgan keltirilgan qovushqoqlik:

$$a) S_{c1} = \frac{6}{d_{or}(\delta_1 - 1000) \cdot \omega_1} = \frac{6}{3 \cdot 10^{-3} (2700 - 1000)} = 1.68067 \text{ m}^2/\text{kg}$$

b) bo'tanadagi kvarsning massasi $M_{kv} = V_{kv} \delta_1 = 0,1 \cdot 2700 = 270 \text{ kg}$;

v) Kvarsdan va suvdan hosil bo'lgan bo'tananing hajmi, $V_1 = V_{kv} + V_s = 0,1 + 0,7 = 0,8 \text{ m}^3$;

g) kvarsdan va suvdan hosil bo'lgan bo'tananing massasi, $M_1 = 270 + 700 = 970 \text{ kg}$;

d) bo'tana zichligi Δ_{st1} bunda, $\Delta_{st1} = 970/0,8 = 1212,5 \text{ kg/m}^3$.

Bo'tanada kvars mavjud bo'lgandagi keltirilgan qovushqoqlik quyidagini tashkil etadi

$$\mu_{cr1} = \frac{1,855 \sqrt{1212,5}}{1,68067 \cdot 2700} = 0,014234 \text{ Pa} \cdot c$$

Galenitdan hosil bo'lgan bo'tananing keltirilgan qovushqoqligi:

$$a) S_{c2} = \frac{6}{3 \cdot (7500 - 1000) \cdot 0,8} = 0,38461 \text{ m}^2/\text{kg}$$

b) $M_{gal} = 0,004 \cdot 7500 = 30 \text{ kg}$;

v) $V_2 = V_{gal} + V_s = 0,004 + 0,7 = 0,704 \text{ m}^3$;

g) $M_2 = 30 + 700 = 730 \text{ kg}$;

d) $\Delta_{st2} = 730/0,704 = 1036,9 \text{ kg/m}^3$.

Bo'tanada galenit mavjud bo'lgandagi keltirilgan qovushqoqlik quyidagini tashkil etadi

$$\mu_{cr2} = \frac{1,855 \sqrt{1036,9}}{0,38461 \cdot 7500} = 0,0207 \text{ Pa} \cdot c$$

O'rtacha o'lchangan keltirilgan qovushqoqlik quyidagiga teng, Pa·s:

$$\mu_{cr} = \frac{(0,1 \cdot 0,014234 + 0,004 \cdot 0,0207)}{0,104} \approx 0,0145.$$

So'ngra gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash xuddi uning erkin tushishidagi kabi amalga oshiriladi.

3. Eng katta o'lchamdagi kvars zarrasi uchun solishtirma yuza qiymati hisoblanadi

$$S_{c1} = \frac{6}{6 \cdot (2700 - 1000) \cdot 0,7 \cdot 10^{-3}} = 0,840336 \text{ m}^2/\text{kg}$$

4. Ushbu zarra uchun (5.15a) bo'yicha v_{st1} qiymati hisoblanadi,

$$v_{st1} = \frac{4(2700 - 1000)}{1244} \cdot 0,840336 \cdot \left(\sqrt{0,0145^2 + \frac{1244 \cdot 9,81(2700 - 1244)}{(2700 - 1000)^3 \cdot 0,840336^3}} - 0,0145 \right) =$$

$$= 0,2981 \text{ m/sek.}$$

5. $d_e = 6 \text{ mm}$ diametrli kvars zarrasi bilan teng tushuvchi galenit zarrasining solishtirma yuzasi (5.16a) formula bo'yicha aniqlanadi

$$S_{c2} = \frac{(\sqrt{1244^2 \cdot 0,2981^4 + 512 \cdot 0,0145 \cdot 9,81 \cdot (7500 - 1244) \cdot 0,2981} - 1244 \cdot 0,2981^2)}{16 \cdot 0,0145 \cdot (7500 - 1000) \cdot 0,2981} =$$

$$= 0,6100 \text{ m}^2/\text{kg}$$

6. Ekvivalentli shar uchun S_{s2} solishtirma yuza qiymati aniqlanadi

$$S_{s2} = 0,6100 \cdot 0,8 = 0,488 \text{ m}^2/\text{kg}$$

7. Ekvivalentli sharining d_1 diametri hisoblanadi

$$d_1 = \frac{6}{0,488 \cdot (7500 - 1000)} = 0,0018915 \text{ m} = 1,8915 \text{ mm}$$

8. Teng tushuvchanlikning birinchi koeffitsienti hisoblanadi:

$$e_1 = \frac{6}{1,8915} = 3,17$$

Keyin $d_1 = 1,8915 \text{ mm}$ ekvivalentli diametrga ega bo'lgan kvars zarralari solishtirma yuzasini aniqlashdan boshlab, 3-8 punktlar bo'yicha hisoblashlar takrorlanadi.

Siqilib tushishda gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash natijalari 5.5-jadvalning birinchi qismida keltirilgan. Bunda siqilish sharoitlari 0,87 ga teng bo'lgan θ yumshalish koeffitsienti bilan tavsiflanadi.

Yana shu jadvalda bo'tana zichligi oshirilganda ($Q = 65\%$ va $Q = 85\%$) va qattqlikda og'ir zarralarning oshirilgan miqdorida ($\alpha_{gal} = 50\%$) gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash ma'lumotlari keltirilgan. Bunda gidravlik tasniflash shkalasining moduli va teng tushuvchanlik koeffitsientlari oshadi. Agar bo'tana zichligi yengil mineralning zichligidan oshsa, unda minerallar zichligi bo'ylab qatlamlanadigan

aralashma hosil bo'ladi: kvarsning hattoki eng yirik zarralari ham tushishning manfiy tezligiga ega bo'ladi, ya'ni, yuqoriga harakatlanadi.

5.5-jadval

Kvars va galenit zarralarining aralashmasini gidravlik tasniflash shkalasi

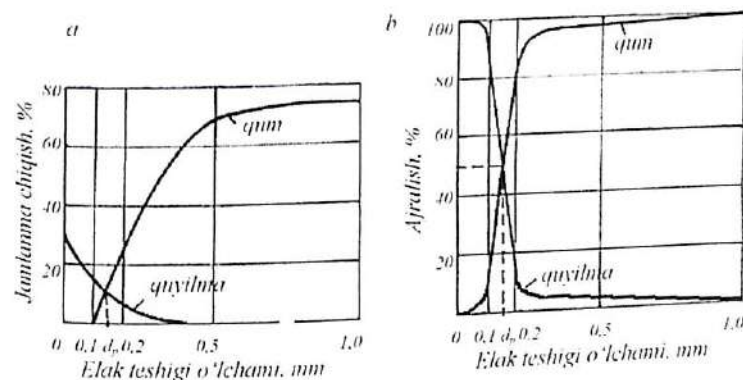
U, m/s	m	Gidravlik sinflar, mm			e
		sinf o'lchami	galenit zarrasi o'lchami	kvars zarrasi o'lchami	
Q = 30 %; $\alpha_{gal} = 10$ %; $\theta = 0,87$; $\Delta_{CT} = 1244 \text{ kg/m}^3$					
0,2981	3,7	6 - 1,892	6 - 1,892	-	3,17
0,0806		6 - 0,763	1,892-0,763	6-1,892	2,48
0,0154	5,2	1,892-0,321	0,763-0,321	1,892-0,763	2,38
0,0023	7,0	0,763-0,134	0,321-0,134	0,763-0,321	2,38
Q = 65 %; $\alpha_{gal} = 50$ %; $\theta = 0,68$; $\Delta_{CT} = 1947 \text{ kg/m}^3$					
0,1591	7,2	6-1,460	6-1,460	-	4,1
0,0222		6-0,464	1,460-0,464	6-1,460	3,2
0,0023	9,5	1,460-0,149	0,464-0,149	1,460-0,464	3,1
Q = 85 %; $\alpha_{gal} = 50$ %; $\theta = 0,41$; $\Delta_{CT} = 2747 \text{ kg/m}^3$					
$v_{CT,kv} = -0,031 \text{ m/s}$					

16-§. Gidravlik tasniflashda ajralish yirikligi.

Tasniflash samaradorligi

Monomineral aralashmani gidravlik tasniflashda ajralish yirikligi deganda (d_r) qumlar va quyilma o'rtasida baravar taqsimlanadigan zarralar yirikligi tushuniladi.

Amaliyotda ajralish yirikligi gidravlik tasniflash mahsulotlarining elakli tahlil qilish natijalari bo'yicha aniqlanadi. Bunda d_r miqdor quyilma va qumlarning donadorlik tavsiflari grafiklaridan, yoki turli yiriklikdagi zarralarni quyilmaga ajratib olish grafigidan aniqlanadi. Birinchi holatda (5.3,a-rasm) ajralish yirikligi (chegaralangan zarra o'lchami) "dastlabki"dan hisoblangan quyilma va qumlarning donadorlik tavsiflarining egri chiziqlari kesishishining nuqta absissasi bilan aniqlanadi. Ikkinchi holatda d_r miqdor zarralar yirikligiga mos keladi, ularni quyilmaga (qumga ham) ajratib olish 50 % teng (5.3,b-rasm).



5.3-rasm. Egri chiziqlar bo'yicha tasniflashda ajralish yirikligini aniqlash

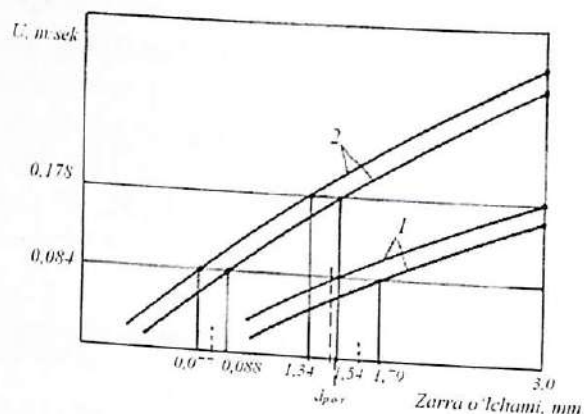
a - quyilma va qumlarning donadorlik tarkibi;

b - quyilmaga va qumlarga yiriklik sinflarining ajratib olinishi

Polimineral aralashmalarni gidravlik sinflarga tasniflashda har bir mineral o'zining ajralish yirikligi bo'yicha ajratiladi. Natijada har

bir mineral zarrasi har xil shaklda bo'lganligi uchun har bir mineral shakli koeffitsienti ma'lum bir ko'lamda o'zgarib turadi. Shuning uchun har bir mineral zarralari uchun ajralish yirikligi ham qiymatlarning o'z ko'lamiga ega.

5.4-rasmda quyidagi sharoitlar uchun birinchi ikkita gidravlik sinfni olish ko'lamida zarralar diagrammasi keltirilgan: $d_{\max} = 3 \text{ mm}$; $\delta_1 = 2700 \text{ kg/m}^3$; $\delta_2 = 5000 \text{ kg/m}^3$; $\omega_1 = 0,6-0,7$; $\omega_2 = 0,7-0,8$; $Q = 40\%$; $\alpha_t = 20\%$.



5.4-rasm. Bimineral aralashmani gidravlik tasniflashda ajralish yirikligi:
1 - δ_1 uchun $= 2700 \text{ kg/m}^3$; $\omega_1 = 0,6-0,7$; 2 - δ_2 uchun $= 5000 \text{ kg/m}^3$; $\omega_2 = 0,7-0,8$

Yuqorida keltirilgan misol uchun gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash natijalari quyidagilarni ko'rsatadi:

1. Faqat "og'ir" mineraldan iborat bo'lgan birinchi gidravlik sinfni olishda ajralish yirikligi 1,34 dan 1,54 mm gacha chegaralarda o'zgaradi va $1,44 \pm 0,1 \text{ mm}$ tashkil etadi;

2. Ikkinchi gidravlik sinfni olishda ajralish yirikligi quyidagini tashkil etadi: a) yengil mineral zarrasi uchun $1,66 \pm 0,13 \text{ mm}$; b) og'ir mineral zarrasi uchun $0,82 \pm 0,05 \text{ mm}$.

Ikkinchi gidravlik sinfni ajratishda ajralishning o'rtacha o'lchangan yirikligi $1,49^{+0,3}_{-0,72} \text{ mm}$ tashkil etadi, uning o'zgarish ko'lemi esa 0,77 mm dan 1,79 mm chegaralarda bo'ladi.

Shunday qilib, tasniflash mahsulotlarining elakli tahlili natijalari bo'yicha ajralish yirikligi miqdorini aniqlash usuli noaniq hisoblanadi va juda nisbiy hisoblanishi mumkin. Bunday holat ajralish yirikligini aniqlash uchun foydalaniladigan elakli tahlil usuli gidravlik tasniflashni amalga oshirish qoidalarining o'ziga - mineral zarralarni ularning *gidravlik yirikligi* bo'yicha, ya'ni, ularning tushish tezligi bo'yicha ajratishga mos kelmaydi.

Tasniflash jarayoni *samaradorligi* Xankok - Luyken formulasi bo'yicha baholanadi:

$$Ye = \frac{(\varepsilon_m - \gamma_m)}{(\varepsilon_{\max} - \gamma_{\max})} = \frac{(\varepsilon_m - \gamma_m)}{(1 - \alpha_m)} \quad (5.2)$$

bunda, ε_m va γ_m - quyilmaga kichik sinflarni ajratib olish va mos ravishda quyilmaning chiqishi; $\varepsilon_{\max}$ va $\gamma_{\max}$ - har tomonlama yaxshi ajratib olishda xuddi shu miqdorlar.

Xankok - Luyken formulasining fizikaviy mazmuni quyidagilar-dan iborat: ajralish jarayoni samaradorligi ajraladigan zarralarning ajralishga tushadigan zarralar massasi nisbatiga teng. Ba'zan faqat kichik sinflar quyilishga ajratib olinib, tasniflash jarayoni samaradorligini baholashning soddalashtirilgan variantidan foydalaniladi.

Aniqlashimizcha, tasniflash mahsulotlarining elakli tahlildan foydalanish gidravlik tasniflash samaradorligini hisoblash asosida yotadi. Shuning uchun gidravlik tasniflash jarayoni samaradorligini baholashning yuqorida keltirilgan usullari ob'ektiv sanalishi mumkin emas. Jarayonning bekamu-ko'st bajarilishida gidravlik tasniflash shkalasini hisoblashning Xankok - Luyken formulasi bo'yicha hisoblangan yuqorida keltirilgan misolida tasniflash samaradorligi 80 % yaqinni tashkil etadi, ya'ni, pasaygan bo'ladi.

17-§. Klassifikatorlar

Suyuq yoki havoli muhitda mayda donador materiallarni teng tushishi bo'yicha har xil yiriklikdagi va zichlikdagi fraksiyalarga ajratish uchun mo'ljallangan mashina va apparatlar tasniflagichlar deyiladi. Ularda amalga oshiriladigan ajratish jarayoni mayda, og'ir va yengil zarralarning harakatlanuvchi muhitda siqilib tushish tezliklarining tafovutlariga asoslangan. Havo muhitili tasniflagichlar ko'pincha "havoli (yoki pnevmatik) separatorlar" ham deb ataladi.

Suv unda o'lchangan mineral zarralar bilan birga tasniflagichning boshlang'ich mahsuloti (ta'minlagichi) hisoblangan bo'tanadan iboratdir. Tasniflagichlarda bo'tana gidravlik sinflardan iborat bo'lgan ikkita yoki bir nechta mahsulotlarga ajratiladi. Qattiqlikdagi zarralar monomineral aralashmalardan iborat bo'lgan holatda, ularning ajralishi yiriklik sinflarida sodir bo'ladi. Ikkita mahsulotga ajralishida eng yirik mahsulot qumli mahsulot, qisqartirib -*qumlar*, eng kichik sinf *quyilma* deyiladi. Uchta va undan ortiq mahsulotlarga ajratish tasniflagichlarda yoki ketma-ket o'rnatiladigan bir nechta ikki mahsulotlilardan foydalanish bilan amalga oshiriladi.

Tasniflagichda suspenziya (vzves) ajralishi sodir bo'ladigan kuch maydoni og'irlik kuchi maydoni, boshqachasiga gravitatsiya va inersiyaning markazdan qochirma kuch maydoni bo'lishi mumkin. Ushbu belgi bo'yicha barcha tasniflagichlar ikkita asosiy: *gravitatsion* va *markazdan qochirma* turga bo'linadi. Qumlarni tushirish usuli tasniflagichlarni tizimlash uchun ikkinchi belgi bo'lib xizmat qiladi. U mexanik yoki o'zioqar bo'lishi mumkin. Shunday qilib, tasniflagichlarning to'rtta turi mavjud: gravitatsion, gidravlik va gravitatsion mexanik; qumlarni o'zioqar tushirishli markazdan qochirma va qumlarni mexanik tushirishli markazdan qochirma.

Tasniflagichning tuzilmaviy turiga bog'liq holda, tasniflagichda bo'tana harakatlanishi vertikal-ko'tarilma, gorizontaal yoki fazoviy spiral bo'ylab bo'lishi mumkin.

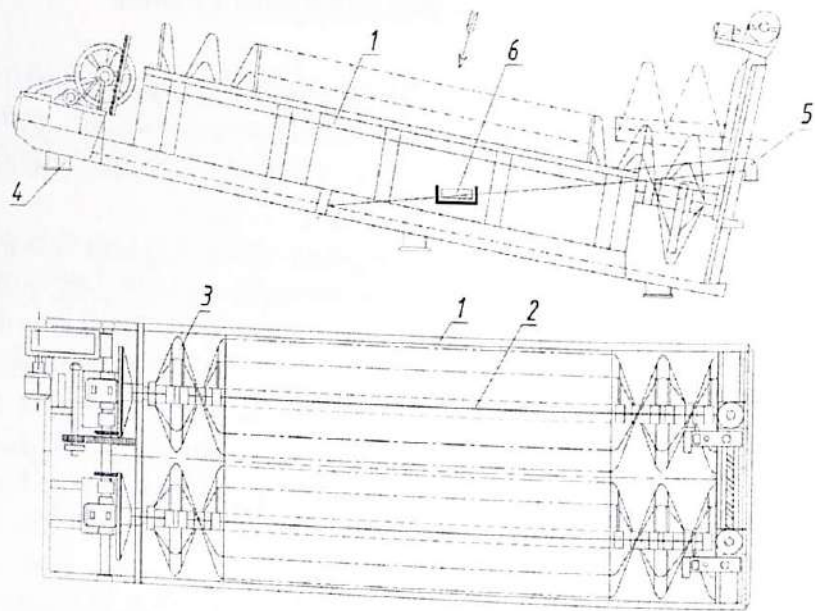
18-§. Gravitatsion mexanik klassifikatorlar

Mexanik tasniflagichlarda dastlabki mahsulotning yirik fraksiyaga - qumga va mayda fraksiyaga - quyilmaga ajralishi bo'tananing gorizontaal oqimida amalga oshiriladi. Qumlarni tushirish mexanik usulda bajariladi.

Hozirgi vaqtda boyitish amaliyotida mexanik tasniflagichlar turidan spiralli tasniflagichlar qo'llanilmoqda. Spiralli tasniflagich (5.5-rasm) spiral mahkamlangan aylanuvchi val 7 joylashgan qiya koritodan (tog'oradan) 1 (qiyalik burchagi 14-18°) iborat. Spiral yeyilmaydigan qotishmalardan bo'lgan plastinalar bilan qoplangan ikki kirmali vintli lentadan hosil bo'lgan po'lat polosalardan tayyorlangan. Polosalar kengligi qumlarni yuklashga bog'liq holda tanlanadi va 0,1 dan 0,4 gacha diametrli spiralni tashkil etadi.

Valning yuqori sapfasi radial-tayanch podshipniklarga mahkamlangan, bu konussimon tishli yuritma g'ildiraklar tirkalishi buzilmasdan pastki qismni ko'tarish imkonini beradi. Bu yana mashina to'xtagandan so'ng koritoni qumdan tozalamasdan mashinani ishga tushirish imkonini ham beradi.

Tasniflagichlar talab qilingan unumdorlikka bog'liq holda, bir spiralli va ikki spiralli tayyorlanadi. Spiralli tasniflagichlarning ikkita texnologik turlari mavjud: cho'ktirilmagan (yuklanmagan) KSN va cho'ktirilgan (yuklangan) spiralli KSP. Birinchi holatda spiralning yuqoridagi barcha qismi (uning butun uzunligi bo'ylab) bo'tana oynasi (yuzasi) ustida chiqib turadi; ikkinchi holatda esa spiralning quyilish to'sinsi yaqinida joylashgan pastki uchastkasi butunlay bo'tanaga botirilgan bo'ladi. Cho'ktirilmagan spiralli tasniflagichlar ajralish yirikligi 0,1 mm va undan yuqori bo'lishi talab etilgan maydalash sxemalarida qo'llaniladi. Undan mayda quyilmani olish (sinfning 65 % ortig'i -0,071 mm) uchun cho'ktirilgan spiralli tasniflagichlardan foydalaniladi, ular gidrosiklonlarga muvaffaqiyatli almashtiriladi.



5.5-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.

Spiralli tasniflagichlar o'lchamlari va ularni hisoblash

Bir spiralli tasniflagichlarda korito yarim silindr shaklida bo'ladi. Korito uzunligi qumlarni suvsizlantirish jarayoni tezligi bilan belgilanadi. 15-25 % namlik miqdorili qumlarni olish uchun bo'tana oynasidan chiqib turgan korito qismi uzunligi mos ravishda 1,5 – 0,8 m bo'lishi lozim. Korito qiyalik burchagi – 18 % gacha.

Quyilma bo'yicha KSN unumdorligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, t/s

$$Q = 4,56 m K_{\beta} K_{\delta} K_c K_{\alpha} D^{1,765},$$

bunda, m – spirallar soni; K_{β} – quyilma yirikligini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsienti; K_{δ} – material zichligini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsienti; ($\delta = 2000 - 2000 \text{ kg/m}^3$ chegaralarda $K_{\delta} = \delta/2700$); K_s – quyilmaning talab etilgan zichligiga tuzatish koeffitsienti; K_{α} –

tasniflagich tubi qiyalik burchagiga tuzatish koeffitsienti; D – spiral diametri, m. Tuzatish koeffitsientlari qiymatlari ma'lumotnomali adabiyotlarda berilgan.

Qumlar bo'yicha KSN unumdorligi ushbu formula bo'yicha aniqlanadi, t/s

$$Q = 5,45 m D^3 n (\delta/2700) K_{\alpha}$$

bunda, n – bir daqiqada spiral aylanishi soni; a , m , D , va K_{α} avvalgi qiymatlarga ega bo'ladi. 5.6-jadvalda quyilmaning 0,15-0 mm yirikligida 2650 kg/m^3 zichlikdagi ruda uchun KSNning taxminiy unumdorligi berilgan.

KSN quyilmasi yirikligi tasniflagichdagi bo'tana zichligiga bog'liq va tegirmonga quyilma bilan birga suv berilishini tartibga soladi. Tasniflagich to'xtab qolishi holatida valning pastidagi oxiri yuqoriga ko'tariladi, keyingi ishga tushirishda esa cho'kkan qumlarni olishning bajarilishiga ko'ra asta-sekin pastga tushiriladi.

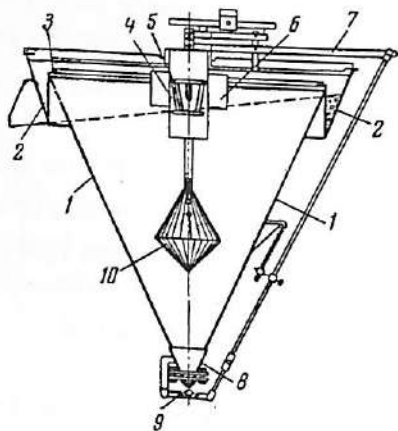
5.6-jadval

$\delta = 2650 \text{ kg/m}^3$ bo'lganda KSNning taxminiy unumdorligi;
quyilma yirikligi 0,15 mm

Tasniflagich o'lcham turi	Spiralning aylanish chastotasi, min^{-1}	Unumdorlik, t/s		Spiral diametri, m
		quyilma bo'yicha	qumlar bo'yicha	
1 KSN-3	25	0,25	1,0	0,3
1 KSN-5	15	0,54	2,2	0,5
1 KSN-7,5	10	1,30	4,0	1,0
1 KSN-12	8,5	7,1	81	1,2
1 KSN-15	7,0	10,0	133	1,5
1 KSN-20	50	16,6	226	2,0
1 KSN-24	3,5	24,2	258	2,4
1 KSN-30	1,5	32,5	156	3,0
1 KSN-30	3,0	-	312	3,0
2 KSN-24	3,5	45,8	520	2,4
2 KSN-24A	3,5	101,0	720	2,4
2 KSN-30	1,5	65,0	312	3,0
2 KSN-30	3,0	-	625	3,0

19-§. Gravitatsion bir kamerali gidravlik klassifikatorlar

Bo'tananing gorizontal oqimili oddiy gidravlik tasniflagichlar KKP-2,4 va KKSh-2,4 turidagi avtomatik konuslar (konusli qum va shlamli tasniflagichlar 2,4 m diametrli) hisoblanadi, 5.6-rasm.



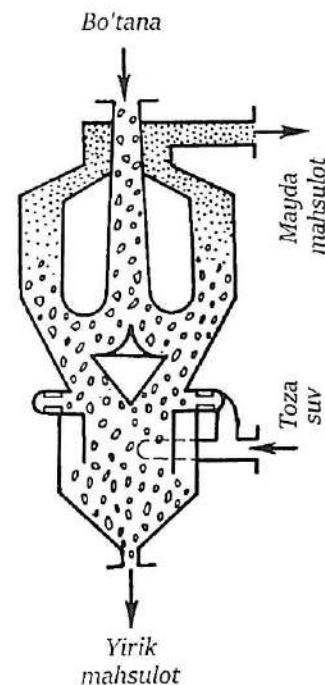
5.6-rasm. Shlamli KKSh-2,4 konusli tasniflagich:

1 – metall konus; 2 – quyilish novi; 3 – quyilish to'sinsi;
4 – struerassekatel; 5 – yuklovchi silindr; 6 – taqsimlash halqasi; 7 – qumni yuklashning avtomatik boshqarish richagi; 8 – qumli o'rnatma; 9 – qumni yuklanishini tartibga soluvchi klapan; 10 – qalqovuch

KKSh va KKP tasniflagichlari tuzilishi o'xshashdir. Ular ramada tepasi pastga qarab o'rnatilgan 60-65° burchakli konusdan iborat. Boshlang'ich mahsulot bo'tana ko'rinishida markaziy quvur orqali kiradi, uning ichida oqimni tinchitgich-kesgich va keraksiz narsalarni tutib qolish uchun to'r o'rnatilgan. Bo'tana taqsimlash halqasidan radial yo'nalishda konus asosi perimetriga oqadi. Yirik zarralar oqimdan tushadi, cho'kadi va qumli teshik orqali tushiriladi. Tasniflagichlar qumni tushirishni tartiblovchi klapanli 9 richaglar tizimi bilan bog'langan qalqovuchdan 10 iborat bo'lgan qum tushirishni avtomatik boshqaruv bilan ta'minlangan. Tasniflagichda

bo'tana zichligi qumning yuklanishiga ko'ra oshib boradi. Qalqovuch joylashuvi zonasida bo'tana zichligi oshishida oxirgisi yuqoriga ko'tariladi va richaglar tizimi vositasida klapan 9 ochiladi. Qumni tushirish ortadi.

KKSh va KKP turidagi tasniflagichlar ajralishning yuqori unumdorligi bilan farq qilmaydi.



5.7-rasm. NII Temirbeton tuzilmali qarama-qarshi yo'nalgan tasniflagich

Konusli qum tasniflagichlari (KKP) boshlang'ich ta'minlagichni qum va shamlarga 1,7 mm yiriklikkacha ajratish uchun qo'llaniladi. Ularning unumdorligi ajralishning talab etilgan yirikligiga bog'liq holda, 9 dan 22 t/s. gacha o'zgarib turadi.

KKSh-2,4 turidagi tasniflagichlar unumdorligi ta'minlagichning 0,7 mm.gacha yirikligida 4,5-11 t/s. ni tashkil etadi.

Bo'tananing ko'tariluvchi oqimili gidravlik tasniflagichlarga 5.7-rasmda berilgan, 0-3 mm qumni 0,3 dan 1,2 mm chegaralangan zarra bo'yicha ajratish uchun mo'ljallangan NIITemir beton tuzilmali qarama-qarshi yo'nalgan tasniflagich misol bo'la oladi.

Ushbu apparatda tasniflash suvning ko'tariluvchi oqimida amalga oshiriladi, ajralish yirikligi suvning sarflanishiga bog'liq.

Bu turdagi tasniflagichlarning asosiy o'lchamlari 5.7-jadvalda berilgan.

5.7-jadval

NIITemirbeton tuzilmali tasniflagichlarning asosiy o'lchamlari

O'lchamlari	KG-50	KG-100	KG-200
O'lchamlari, m: diametr	1,8	2,4	3,6
dozator bilan balandligi	6,5	7,8	9,4
dozatorsiz balandligi	5,5	7,2	8,1
Qo'shimcha suv sarfi, m ³ /s	100-300	200-300	300-400
Ajralish yirikligi, mm	0,3-3	0,3-3	0,3-3
Unumdorligi, m ³ /s:			
gidroaralashma bo'yicha	300-600	6000-1200	1200-2200
qattqlik bo'yicha	25-100	50-250	100-400
Massasi, t:			
dozator bilan	2,5	4,4	5,6
dozatorsiz	2,2	3,9	5,0

20-§. Ko'p kamerali gidravlik klassifikatorlar

Ko'p kamerali gidravlik tasniflagichlar bo'tananing gorizontaal oqimili tuzilish bo'yicha oddiy, to'rt-(KG-4), olti-(KG-6) va sakkiz-(KG-8) kamerali bo'tananing aralash oqimili juda murakkab tuzilishli bo'lishi mumkin.

Oddiy tasniflagichlarda ajralish zonasi ancha masofali, shuning uchun ularda tasniflash samaradorligi (ajralish aniqligi) yuqori emas. Bunday tasniflagichlar qumlarni yirikligi bo'yicha ajratish uchun xizmat qiladi, ya'ni, elashga o'xshash rolni bajaradi. Ayrim hollarda

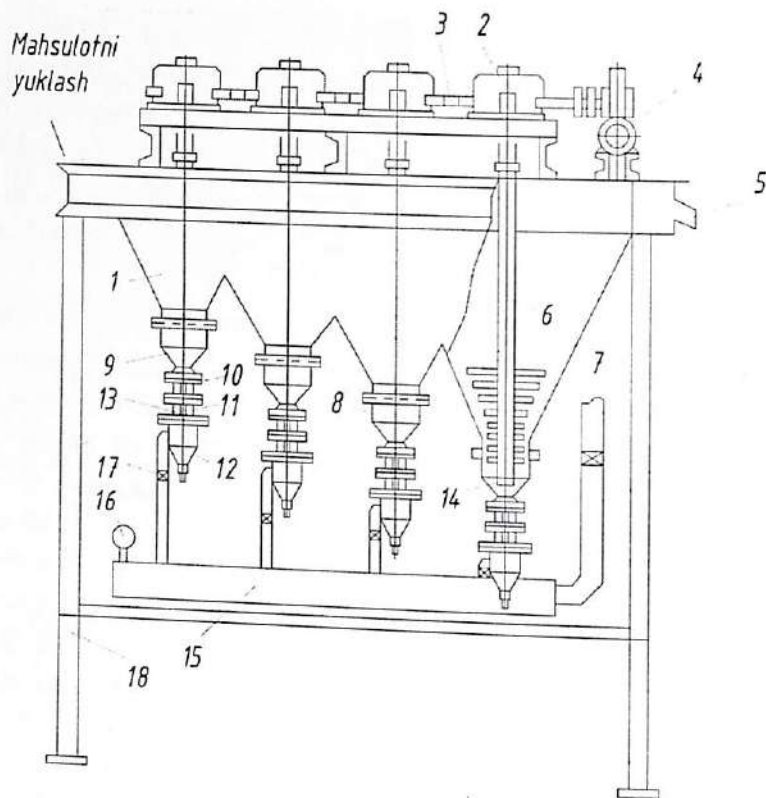
ulardan maydalangan rudani boyitishga tayyorlash uchun, ya'ni, boyitilgan materialni gidravlik sinflarga ajratish uchun foydalaniladi.

KG turidagi bo'tananing aralash oqimili tasniflagichlar ham yiriklikning nisbatan toza sinflarini olish uchun, masalan, qoliplash qumlarini, hamda konsentratsion stollarda va diafragmali cho'ktirish mashinalarida maydalangan rudani boyitishga tayyorlashda qo'llaniladi.

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 (5.8-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.



5.8-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.

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 gorizontaal 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 ventilyordamida amalga oshiriladi.

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.

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.

Dastlabki bo'tana tasniflagich vannasining tor oxiriga yuborilishi natijasida gorizontaal oqim paydo bo'lib, u vannaning enli tomonidagi sliv yoqasidan chiqib ketadi.

Mahsulotning yirikligi bo'yicha tasniflanishi vannaning yuqori qismida gorizontaal oqimda sodir bo'lib, oqimning tezligi vanna kengligi yuklovchi qismdan bo'shatuvchi qism tomon oshib borishi bilan kamayadi. Gorizontaal 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.

Tasniflagich kamerasining 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 klapi yordamida bo'shatib turilishidan iborat.

5.8-jadval

KG-4 turidagi gidravlik tasniflagichning texnik tavsifi

1,7-0 mm ta'minlash yirikligida unumdorlik, t/s	15-25
Seksiyalar soni	4
Birinchi seksiyaning eng kichik kengligi, mm	620
Oxirgi seksiyaning eng katta kengligi, mm	1500
Barcha seksiyalarning umumiy uzunligi, mm	2925
Aralashtirgich vallari aylanishi tezligi, min ⁻¹	12
Toza suv sarfi, l/min	30-80
Elektrodvigatel quvvati, kVt	1,7
Gabarit o'lchamlari, mm	
uzunligi	3660
kengligi	1752
balandligi	2844
Massa, kg	2020

Tasniflagich korito maydoni kengayishiga ko'ra oqim tezligi kamayadi. Har bir seksiyada gorizontol oqimdan tushadigan material tasniflanuvchi qurilmaga tushadi, unda mayda gidravlik yiriklik zarralarini qaytadan bo'tananing gorizontol oqimiga olib ketadigan toza suvning ko'tariluvchi oqimi hosil bo'ladi. Shunday qilib, tasniflagichning har bir seksiyasida yirikligi bo'yicha har xil bo'lgan gidravlik sinflar olinadi. KG turidagi tasniflagichlar tasniflashning nisbatan yuqori unumdorligi bilan tavsiflanadi.

21-§. Markazdan qochirma klassifikatorlar

Markazdan qochirma tasniflagichlar gidravlik – gidrosiklonlar va mexanik – cho'ktiruvchi sentrifugalarga bo'linadi.

Markazdan qochirma tasniflagichlarda bo'tana markazdan qochirma maydonda harakatlanadi, bu bo'tananing gidrosiklonlarda aylanishida va sentrifugalarda bo'tanali rotor aylanishida hosil bo'ladi. Bo'tana hosil qiladigan aylanish markazdan qochirma tezlanishning mineral zarralarga ta'siri bilan birga kechadi, qaysiki u yerning tortishi tezlanishidan o'n, yuz va ming martaga oshib ketishi mumkin.

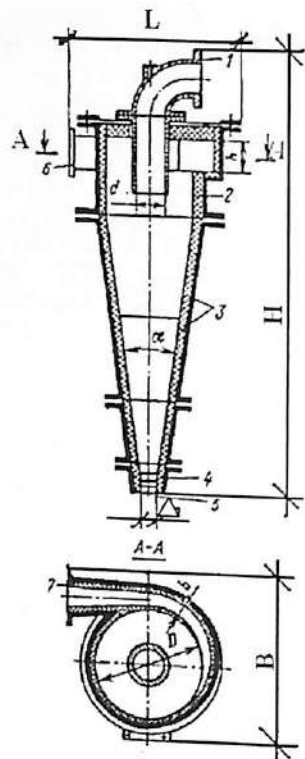
Markazdan qochirma tezlanishning og'irlik kuchi tezlanishiga nisbatini *ajralish omili* F_{aj} , deb atash qabul qilingan, u quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$F_{aj} = \frac{V_t^2}{Rg} = \left(\frac{\pi Rn}{30} \right)^2 \cdot \frac{1}{Rg} \approx \frac{Rn^2}{900},$$

bunda, R – aylanish radiusi, m; n – aylanish chastotasi, min⁻¹.

Gidrosiklon - tasniflagich (5.9-rasm) silindrli va konusli qismlardan tuzilgan. Silindrli qismning ichki diametri D uning asosiy xususiyati hisoblanadi. Yiriklik bo'yicha tasniflash uchun qo'llaniladigan standart gidrosiklonlar 20^o konuslilik burchagiga egadir. 150 mm dan kichik diametrli kichik gidrosiklonlar 10^o konuslilik burchagi bilan ishlab chiqariladi. Bunday gidrosiklonlardan mayda quyilmalarni olish uchun foydalaniladi.

Gidrosiklonlarda ajratish yirikligi ularning diametriga bog'liq holda 5-200 mkm ni tashkil etishi mumkin.



5.9-rasm. Almashtiriladigan rezinali qoplama detalli gidrosiklon:
1 – quyilma uchun quvuri; 2 – silindrli qism; 3 – qoplamaning almashtiriladigan rezinali konussimon qismlari; 4 – qumni tushirish zonasi; 5 – qum uchun teshik; 6 – ta'minlovchi quvur gardishi; 7 – ta'minlovchi quvur

Bo'tana gidrosiklonga $(0,5-2)10^5 \text{ Pa}$ bosim ostida tangensial beriladi va katta tezlik bilan aylanib, konussimon qismga tushadi. Bunda yirik va og'ir zarralar markazdan qochirma inersiya ta'siri ostida gidrosiklon devorlariga otiladi va qumli teshikka tushadi. Gidrosiklon o'qi yaqinida aylanayotgan bo'tana yuqoriga ko'tariladi va quyilish teshigi orqali gidrosiklondan chiqadi. Gidrosiklonga cho'ktirilgan quyish patrubbasi balandligi, odatda, gidrosiklonning silindrli qismi balandligiga teng yoki ozgina kam bo'ladi. Bo'tana to'g'ri burchakli kesim lentasi bilan apparatga kirishi uchun ta'minlovchi

patrubbka gidrosiklonga kirishda to'g'ri burchakli kesimga ega (balandlik: kenglik = 2:1). Bu holatda ichkarida spiral bo'ylab aylanayotgan bo'tana oqimi girdoblanishini kamaytirish lozim, bu ajralish samaradorligini yaxshilaydi.

Gidrosiklonning me'yoriy ishlashida uning ichida o'qi bo'ylab gidrosiklonning butun balandligiga havo ustuni hosil bo'ladi. Silindrli qism ichki diametri – D , ta'minlovchi patrubbka diametri – d_n , quyish patrubbkasi diametri – d va qumli teshik diametri – Δ o'rtasidagi belgilangan o'zaro nisbatlarda gidrosiklon ishlashining yetarlicha samaradorligi ta'minlanadi. Bunda ta'minlovchi patrubbka diametri uchun kesim maydoni bo'yicha gidrosiklonga kirishning to'g'ri burchakli teshigiga teng bo'lgan aylana diametri qabul qilinadi. Bu miqdorlar o'rtasidagi o'zaro nisbat quyidagi ko'lamlarda bo'ladi:

$$d = (0,2 \div 0,4)D; \Delta = (0,15 \div 0,8)d; d_n = (0,08 \div 0,25)D.$$

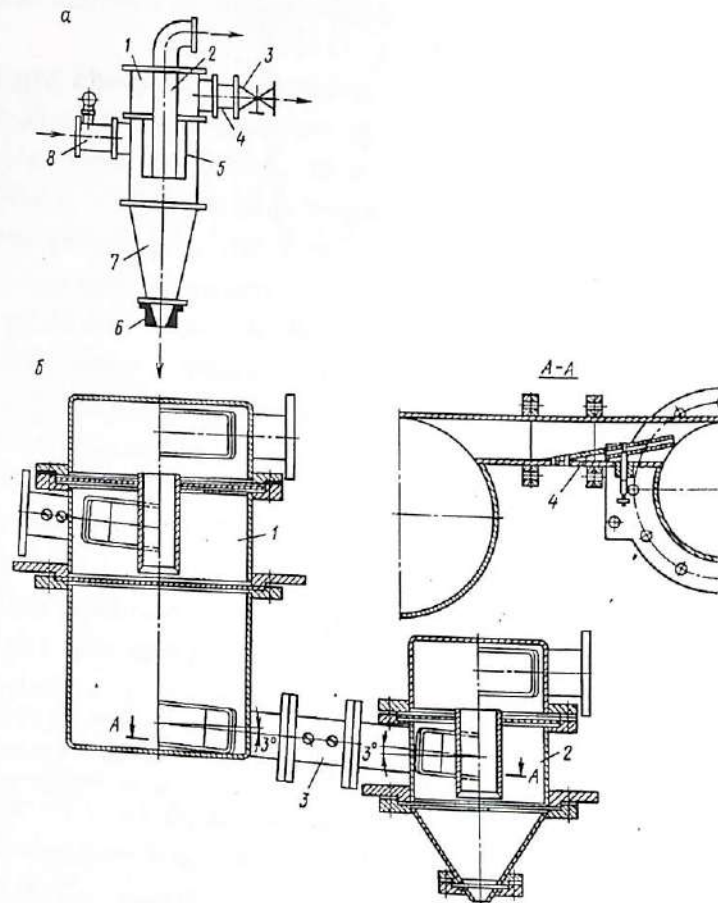
Bunda quyish patrubbkasi diametri – d ta'minlovchi patrubbka diametridan – d_n kichik bo'lishi mumkin emas, qumli teshik diametri esa $d_{\max}$ ta'minlashda uch martadan ortiq katta bo'lishi lozim. Δ/d nisbat gidrosiklonning samarali ishlashi uchun muhim ahamiyatga ega. Bu nisbat *qumli nisbat* deyiladi. Gidrosiklonning eng yuqori samarali ishlashiga $\Delta/d = 0,3 \div 0,5$ qiymatlarda erishiladi, deb hisoblashadi.

Gidrosiklonlarni tasniflanishi

Gidrosiklonlar ikki mahsulotli (5.9-rasm) va uch mahsulotli (5.10-rasm) bo'lishi mumkin. Uch mahsulotli gidrosiklonlarda ikkita quyilma va bitta "qum" olinadi. Ular gidrosiklon ichida koaksial joylashgan turli diametrli qavatlangan quyish patrubbkasi yakka gidrosiklonlar (5.10, *a*-rasmga qarang) yoki qavatlangan o'zaro ulangan ikkita gidrosiklonlar: birinchisi silindrli, ikkinchisi esa – silindrokonusimon (5.10, *b*-rasm) bo'lishi mumkin.

Bitta gidrosiklon bilan ta'minlash mumkin bo'lmagan boshlang'ich bo'tana bo'yicha tasniflashning yuqori unumdorligi talab etilgan holatda, parallel ishlaydigan gidrosiklonlar *batareyalaridan* foydalaniladi. Bu holatda gidrosiklonlarning bir xil ta'minlanishi

amalga oshirilib, ular bir yoki ikki qator yoki aylana bo'ylab o'rnatiladi.



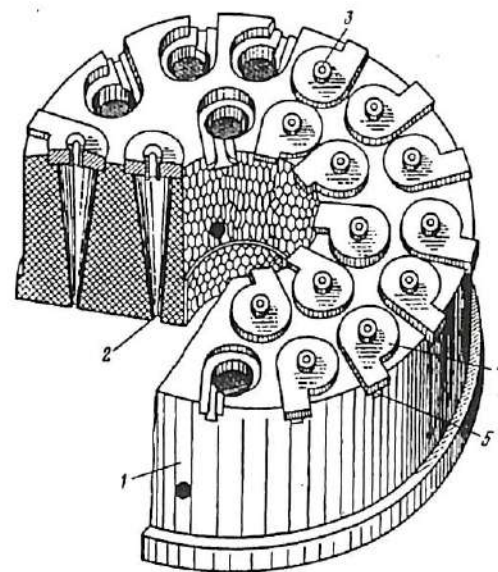
5.10-rasm. Uch mahsulotli gidrosiklonlar:

a – ikkita quyilma quvurili: 1 – silindr; 2 – quyilma quvuri; 3 – surilma qopqoq; 4 – quvur; 5 – oraliq mahsuloti quvuri; 6 – qum uchun quvur o'rnatma; 7 – korpus; 8 – ta'minlovchi quvur; *b* – pog'onali gidrosiklon: 1 – birinchi pog'ona; 2 – ikkinchi pog'ona; 3 – o'tish quvuri; 4 – sharnirli klapan

Uchta mahsulotni olish uchun gidrosiklonlar batareyalari parallel-ketma-ket ishlaydigan sxema bo'yicha yig'iladi. Bu holatda

gidrosiklonlarning parallel ishlovchi batareyalarining har biri oldingi gidrosiklon quyilmasi tushgan kichik diametrli gidrosiklon bilan birlashgan. Barcha batareyalar esa ikki qatorli gidrosiklonlardan tuzilgan: gidrosiklonlarning birinchi qatori katta diametrli (birinchi tasniflash) va ikkinchi qatori esa kichik diametrli gidrosiklonlar.

Mayda quyilmani ($d_p = 5-20 \text{ mkm}$) olish uchun bitta rezinali blokka yig'ilgan, 15-20 mm diametrli gidrosiklonlardan - multisiklonlardan foydalaniladi (5.11-rasm).



5.11-rasm. Batareyali gidrosiklon:

1 – korpus; 2 – konus; 3 – quyilma quvuri; 4 – qopqoq; 5 – ta'minlovchi quvur.

Tasniflagich-gidrosiklonlar tegirmonlardan tayyor mayda fraksiya quyilmalarini ajratish uchun rudalarni maydalash sxemalarida, shuningdek, yiriklikning mayda sinflarini olish uchun sanoatning boshqa sohalarida keng qo'llaniladi. Bu apparatlar amaliyotdan mexanik tasniflagichlarni siqib chiqaradilar, chunki

ulardan tuzilishi oddiyligi, ixchamligi va nisbatan yuqori unumdorligi bilan ustun turadi.

Quyidagilar gidrosiklonlarning kamchiliklari hisoblanadi:

1. Gidrosiklonlarning tez yeyilishi (eskirishi), ayniqsa uning pastki qismining va qumli teshikning yeyilishi, bu ajralish yirikligi o'zgarishiga olib keladi. Xizmat ko'rsatish muddatini uzaytirish uchun gidrosiklonlar ichkarisidan rezina, toshli quyma, keramika, qattiq qotishmalar va boshqa yeyilishga bardoshli materiallar bilan qoplanadi yoki ular butunlay yeyilishga bardoshli materiallardan, masalan, legirlangan cho'yandan, tayyorlanadi. Gidrosiklon korpusi boltlar bilan mahkamlangan seksiyalar qatoridan iborat bo'lgan ulama tarkibli tayyorlanadi, bu yeyilgan qismlarni almashtirish yoki ularning qoplamasini almashtirish imkonini beradi. Qum teshiklarining tez yeyilishi har 10-15 sutkada ularni almashtirishni talab etadi.

2. Gidrosiklonlarning me'yoriy barqaror ishlashi uchun ta'minlash bo'yicha unumdorlikni, gidrosiklonga kirishdagi bo'tana bosimini, ta'minlanish zichligi va yirikligini doimiy saqlab turish lozim. Ushbu sharoitlar bajarilganda gidrosiklon hech qanday tartibga keltirishlarni talab etmaydi.

Gidrosiklonlarni tanlash va texnologik hisoblash.

Q dastlabki ta'minlash bo'yicha gidrosiklon unumdorligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, m^3/s :

$$Q = 5K_D K_\alpha d_{\text{max}} d_{\text{cil}} \sqrt{g \cdot H}, \quad (5.3)$$

bunda, K_D - gidrosiklon diametrini D hisobga oluvchi koeffitsient

$$K_D = 0,8 + \frac{1,2}{1 + 10D};$$

Standart o'lchamlar uchun:

D, m	0,15	0,25	0,36	0,50	0,71	1,0	1,4	2,0
K_D	1,28	1,14	1,06	1,0	0,95	0,91	0,88	0,81

K_α - gidrosiklon konuslilik burchagini α hisobga oluvchi koeffitsient:

$$K_\alpha = 0,79 + \frac{0,044}{0,0374 + \lg\left(\frac{\alpha}{2}\right)};$$

$\alpha = 20^\circ$; $K_\alpha = 1$ bo'lganda;

$\alpha = 10^\circ$; $K_\alpha = 1,15$ bo'lganda.

d_{pit} va d_{sl} - ta'minlash va quyish patrubkalari diametrlari, m , N - gidrosiklonga kirishdagi bo'tana bosimi, Pa .

Gidrosiklonning mumkin bo'lgan eng yuqori diametri - D gidrosiklon quyilmasidagi zarralarning eng katta o'lchamiga va gidrosiklonga kirishdagi bo'tana bosimiga bog'liq. D_{max} miqdorni hisoblash quyidagi formula bo'yicha amalga oshiriladi, m

$$D_{\text{max}} = 1,82 \left(\frac{\Delta}{d}\right)^2 d^2_{\text{max}} (\delta - 1000) \frac{\sqrt{H}}{T}, \quad (5.4)$$

bunda, d_{max} - quyilmada mineral zarralarning eng katta o'lchami, taxminan 5.9-jadval bo'yicha ham aniqlasa bo'ladi, m ; δ - ta'minlashda qattqlik zichligi, kg/m^3 ; N - gidrosiklonga kirishda bo'tana bosimi, Pa ; T - gidrosiklon ta'minlanishida qattqlik miqdori, $\%$.

5.9-jadval

Yirikligi har xil alohida sinflar tarkibi va d_{max} o'rtasidagi taxminiy bog'liqlik (dastlabki bo'tana va gidrosiklonlar quyilmasida)

Sinflar, mkm	Sinflar tarkibi, %						
-71+0	40	50	60	70	80	90	100
-40+0	24	31,5	39,5	48	58	71,5	80,5
-20+0	13	17	23	26	35	46	55
$d_{\text{max}} \cdot 10^{-6}, m$	430	320	240	180	140	94	74

Gidrosiklon ta'minlanishidagi qattqlik miqdori, odatda, 30-60 % ko'lamda o'zgarib turadi.

Gidrosiklonlarni hisoblash usuli quyidagicha.

1. Uchta variant uchun (5.4) formula bo'yicha gidrosiklonning D_{max} hisoblanadi:

$$H = 4,9 \cdot 10^4 Pa; H = 9,81 \cdot 10^4 Pa \text{ va } H = 14,7 \cdot 10^4 Pa.$$

2. Har bir variant uchun katalog bo'yicha (5.10-jadval) yaqindagi kichik gidrosiklon diametri tanlanadi.

5.10-jadval

Gidrosiklonlarni tanlash uchun taxminiy ma'lumotlar.

Gidrosiklon diametri D , mm	Konuslilik burchagi α , gradus	$H = 0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda o'rtacha unumdorlik Q , m^3/chas^*	Quyilma yirikligi d_r mkm ($\delta_r = 2,7 \text{ t/m}^3$ bo'lganda)	Ta'minlash teshigining standartli ekvivalentli diametri d_p , mm	Quyilish patrubkasining standartli diametri d , mm	Qumli o'rntama diametri Δ , mm
15	10	0,15 - 0,3	-	4	5	-
25	10	0,45 - 0,9	-	6	8	-
50	10	1,8 - 3,6	15	12	15	-
75	10	3 - 10	10 - 20	15 - 20	18 - 25	8 - 17
150	10, 20	12 - 30	20 - 50	30 - 40	40 - 50	12 - 34
250	20	27 - 80	30 - 100	65	80	24 - 75
360	20	50 - 150	40 - 150	90	115	34 - 96
500	20	100 - 300	50 - 200	130	160	48 - 150
710	20	200 - 500	60 - 250	160	200	48 - 200
1000	20	360 - 1000	70 - 280	210	260	75 - 300
1400	20	700 - 2000	80 - 300	300	380	150 - 300
2000	20	1100 - 3800	90 - 330	420	520	250 - 450

* $0,2 D \div 0,4 D$ chegaralarda d ning joiz o'zgarishlarini hisobga olib;
 $d_p - 1,0 d \div 0,5 d$ chegaralarda

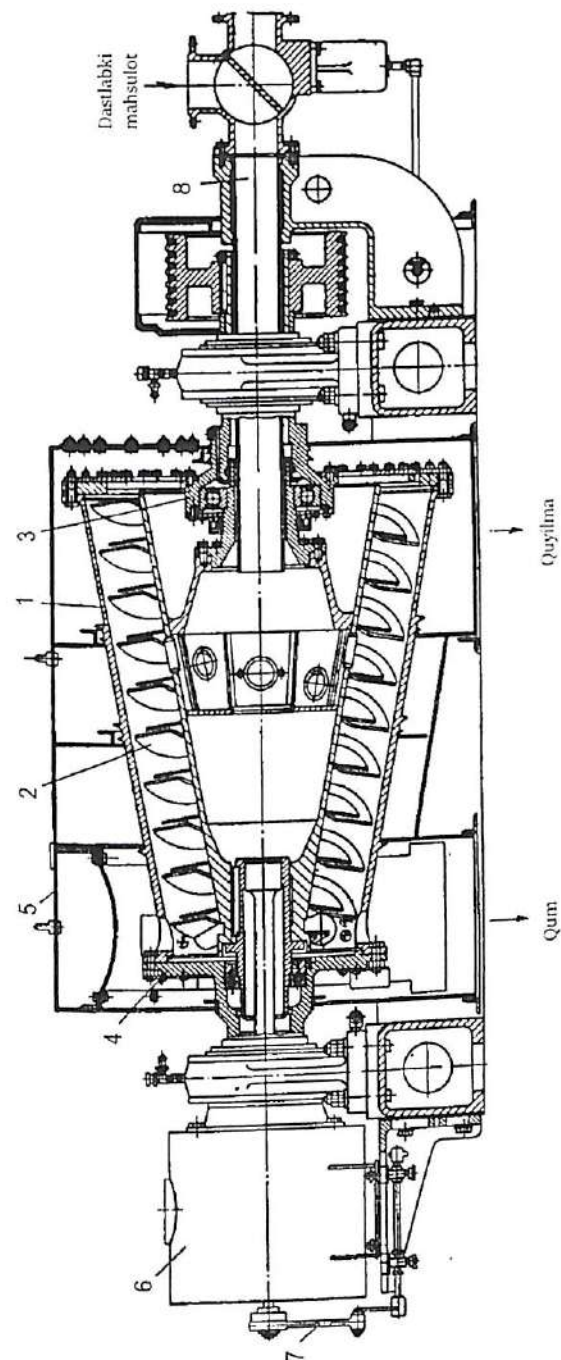
3. (5.3) formula bo'yicha har bir variant bo'yicha tanlangan gidrosiklonlar unumdorligi hisoblanadi.

4. Har bir variantda gidrosiklonlarning kerakli soni aniqlanadi:

$$n = Q_{\text{dast}} / Q_{\text{gs}}$$

5. Qumli teshikning 1 sm^2 maydoniga solishtirma yuklama hisoblanadi. U quruq material bo'yicha $0,5-2 \text{ t/s} \cdot \text{sm}^2$ chegaralarda bo'lishi lozim.

6. Texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida maqbul variant tanlanadi.



5.12-rasm. Cho'kirma sentrifuga:

1 - konussimon rotor; 2 - shnek; 3 i 4 - sapialar; 5 - korpus; 6 - reduktor;
 7 - rotor aylanishini boshqargich; 8 - ta'minlovchi kovak val

Mexanik markazdan qochirma tasniflagichlarga cho'ktirma sentrifugalari kiradi. Juda mayda quyilma olish talab qilinganda, tasniflash uchun shnekli cho'ktirma sentrifugalari qo'llaniladi (5.12-rasm).

Sentrifugalarda ajratish yirikligi rudalar uchun 0,005-0,03 mm va ko'mir shamlari uchun 0,04-0,08 chegaralarda o'zgarib turadi. Ko'mir shamlarini tasniflashda cho'kindi namligi 24-30 % tashkil etadi. Rudali bo'tanalarni tasniflashda u birmuncha kamroq.

22-§. Foydali qazilmalarni yuvish, dezintegratsiyalash

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 aralashmalarining 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

$$K_n = t_{et} / t,$$

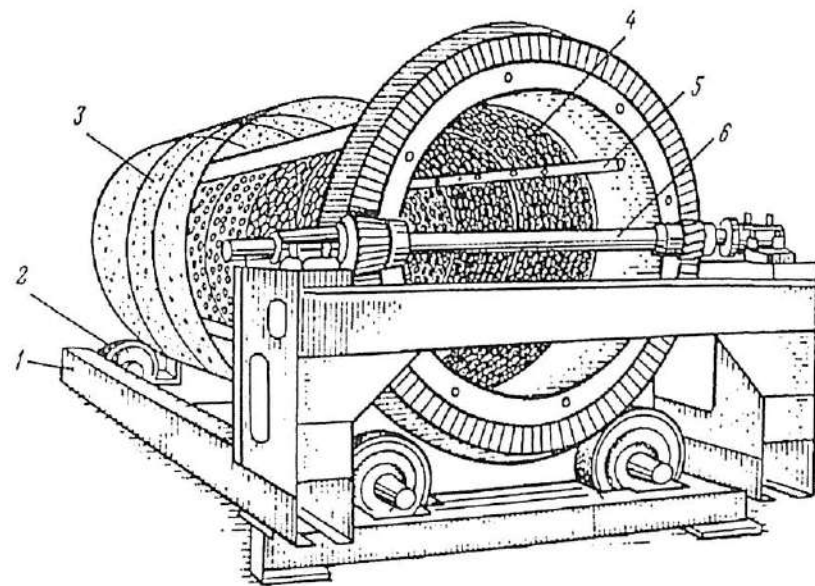
bunda, t_{et} va t – etalonga va bir xil sharoitlarda material namunasi tadqiq qilinayotganiga mos ravishda yuvish davomiyligi.

Materialning yuviluvchanligi yuvishga sarflanadigan elektr energiya ning 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 uskunalarining 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.



5.13-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 dezintegratsiya-lovchi uskunalari barabanli yuvish mashinalari (butaralar, skrubberlar, skrubber - butaralar) hisoblanadi. Barabanli yuvish mashinasi (96-rasm) gorizontal 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 xossalariga 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.

23-§. Tasniflash sxemalari

Maydalangan mahsulotni tasniflash uchun ikki mahsulotli tasniflagichlardan, masalan, gidrosiklonlardan, foydalanilganda, dastlabki mahsulotni bir nechta sinflarga ajratish talab etiladi, unda ketma-ket o'rnatilgan tasniflagichlar sxemasi yig'iladi. Bu holatda har bir ketma-ket o'rnatilgan apparatda faqat bitta tayyor sinf - qum olinadi, quyilma esa keyingi apparatga tasniflashga kiradi va faqat oxirgi apparatda ikkita tayyor sinf olinadi. Agar ushbu maqsad uchun gidrosiklonlardan foydalanilsa, unda juda "toza" sinflarni olish uchun har bir gidrosiklon doimiy bosim ostida bo'tana beruvchi o'z nasosiga ega bo'lishi lozim.

Ajratishning berilgan yirikligidan yirikroq zarralarning ko'p miqdori bo'lmagan toza quyilma olish uchun tasniflash quyilmasi nisbatan kamroq qumli fraksiya chiqadigan takroriy tasniflashga duch qilinadi, qaysiki u mustaqil mahsulot bo'lishi mumkin yoki aylanma mahsulot sifatida tasniflashning birinchi operatsiyasiga qaytarilishi mumkin.

Mayda zarralar mavjud bo'lmagan toza qum olish uchun 60-80 % qattqlik miqdorili birinchi tasniflash qumlariga suv qo'shiladi. va qayta tasniflashga duch qilinadi. Takroriy tasniflash ko'p marta bo'lishi mumkin, lekin bu holatda quyilmalar quyulib qoladi, undan so'ng ular aylanma ko'rinishida tasniflashning birinchi operatsiyasiga qaytarilishi mumkin.

Cho'ktirish vertikal yo'nalishda ajraladigan aralashmaga nisbatan tebranuvchi ajralish muhitida mineral zararlar aralashmasini zichligi bo'yicha ajratish jarayoni hisoblanadi. Cho'ktirish jarayoni suvli muhitda amalga oshirilishi mumkin, va cho'ktirish gidravlik deyiladi; havoda ham amalga oshirilishi mumkin va bu jarayon pnevmatik cho'ktirish deyiladi.

Gidravlik cho'ktirish foydali qazilmalarni boyitishning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri hisoblanadi. U boyitiladigan material yirikligining keng ko'lamida - 0,1 mm dan (OVM mashinalari) 400 mm gacha (Vedag firmasining qo'zg'aluvchan g'alvirli mashinasi) qo'llanilarlidir. Cho'ktirish qora, rangli, noyob va nodir metallar rudalarini boyitishda keng qo'llaniladi. Boyitiladigan qazilma ko'mirning oltmish foizi cho'ktirish bilan boyitiladi.

Ko'mirni boyituvchi zamonaviy cho'ktirish mashinalari ajralishning yuqori samaradorligida 1000 t/s gacha unumdorlikka ega.

Cho'ktirish jarayoni cho'ktiruvchi g'alvirda amalga oshiriladi, u yerda boyitiladigan material davriy ravishda yumshatiladi va zichlanadi. Ajralish amalga oshiriladigan muhitni pulsatsiyalash porshen, diafragma harakati bilan, mashinaga siqiq havoni davriy berish bilan yoki cho'ktirish g'alvirining tebranishlari bilan hosil qilinadi.

Yirik materialni cho'ktirishda g'alvirda bo'lgan material qatlami *cho'ktirish o'rindig'i* deyiladi, mayda materialni (3-5 mm dan kichik) cho'ktirishda esa *o'rindiq usti qatlami* deyiladi. O'rindiq usti qatlami va g'alvir o'rtasiga boyitiladigan material yoki boshqa materialning yirik og'ir zarralaridan iborat bo'lgan sun'iy o'rindiq joylashadi. Cho'ktirish jarayonlari amalga oshiriladigan mashinalar cho'ktirish mashinalari deyiladi. Cho'ktirish bilan boyitish jarayonida cho'ktirish mashinasiga doim suv beriladi, bunda uning bir qismi dastlabki ta'minlanish bilan birga beriladi - *tashuvchi (transport) suvi*, bir qismi esa g'alvir ostiga beriladi - *g'alvir osti suvi* deyiladi.

Cho'ktirish jarayoni uzluksiz takrorlanadigan sikllardan iborat. Tebranishning bitta davri davomida muhitning (yoki g'alvirning) vertikal siljishining takrorlanuvchi ketma-ketligi *cho'ktirish sikli* deyiladi. Cho'ktirish sikli quyidagi elementlardan iborat: ko'tarilish, to'xtash va muhitning cho'ktirish o'rindig'i to'liq jipslashishigacha pasayishi (cho'kishi). Cho'ktirish mashinalarida qo'llaniladigan asosiy sikl garmonik davrdir (6.1, a-rasm), bunda muhitning (yoki g'alvirning) siljishi va muhit siljish tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishi mos ravishda quyidagi qonunlar bo'yicha (g'alvir osti suvi berilishini hisobga olmasdan) sodir bo'ladi:

$$S = 0,5l(1 - \cos \omega t); \quad (6.1)$$

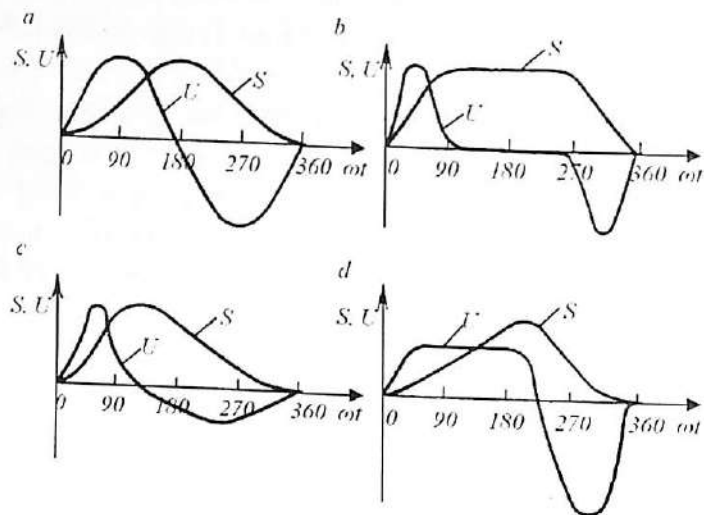
$$U = 0,5l \omega \sin \omega t, \quad (6.2)$$

bunda, S - chetdagi pastki holatdan hisoblanadigan muhit siljishi; l - tebranishlar kengligi; $\omega = 2\pi \cdot n$ (n - tebranishlar chastotasi); U - muhit siljishi tezligi; t - sikl boshlanishidan hisoblanadigan vaqt.

Mayer, Berd va Tomas sikllarini faqat porshensiz cho'ktirish mashinalarida tashkil qilish mumkin. 6.1-rasmda berilgan cho'ktirish sikllari suv oqimida o'lchangan o'rindiq qatlamlarga ajralishi sharoitlari bilan ajralib turadi. Har qanday siklda cho'ktirma o'rindiqlarning o'lchanishi va yumshatilishi cho'ktirishning 1/6-1/8 sikli ichida sodir bo'ladi. Sikl oxirida o'rindiqlarni zichlatishga ham taxminan shuncha vaqt ketadi. qolgan vaqtda o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi sodir bo'ladi. Garmonik siklda o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi - og'ir mineral zarralardan iborat bo'lgan pastki qatlam shakllanishi ham suvning ko'tariluvchi oqimida hamda pasayuvchi oqimida ro'y beradi.

Mayer siklida o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi, asosan, ajralishning qo'zg'almas muhitida sodir bo'ladi. Yuqoriga pulslanish o'rindiqlarni o'lchaydi va yumshatadi, pastga pulslanish esa davr oxirida o'rindiq zichlanishi uchun xizmat qiladi.

Berd siklida oldindan o'lchangan o'rindiqlarning qatlamlarga ajralish jarayoni kuchsiz pasayuvchi oqimda sodir bo'ladi, Tomas siklida esa ko'tariluvchi oqimda ro'y beradi.



6.1-rasm. Cho'ktirish sikllari:

a – garmonik (sinusoidal); b – Mayer; v – Berd; g – Tomas sikllari.

Garmonik siklga yaqin bo'lgan sikl porshenli, diafragmali va ba'zan porshensiz cho'ktirish mashinalarida muhim ahamiyatga ega. Porshenli va diafragmali mashinalarda agar porshen va diafragma yuritmalari eksentrik yuritma bilan amalga oshirilsa, boshqa sikllarni tashkil qilish mumkin emas. Biroq, bu mashinalarda garmonik sikl g'alvir osti suvining uzluksiz berilishi hisobiga buzilib ketadi. Bunda ko'tariluvchi oqim harakatining tezligi va vaqti oshadi, pasayuvchi oqimniki esa kamayadi.

Porshensiz cho'ktirish mashinalarida cho'ktirish sikllari siqiq havoni mashinaga kiritish, pauza vaqti va mashinadan havoni chiqarish vaqti bilan tavsiflanadi. Masalan, ko'mirni boyitish uchun qo'llaniladigan porshensiz cho'ktirish mashinalarida 50-0-50; 40-10-

50 yoki 65-2-33 sikllardan foydalaniladi. Bu yerda sonlar siklning butun vaqtidan foizlarda havoni mashinaga kiritish vaqtini – pauza – havoni chiqarish vaqtini bildiradi. Misollardan birinchisida cho'ktirish sikli garmonik siklga yaqin, ikkinchisi esa garmonik va Mayer sikllarining aralashmasi, uchinchisi garmonik, Mayer va Tomas sikllari aralashmasidir.

Cho'ktirish sikli pulslanishning nisbatan kichikroq chastotasida ($n < 100 \text{ min}^{-1}$) cho'ktirish natijalariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi, qachonki o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi suspenziyada (vzvesda) sodir bo'lsa, unda pulslanish yuqori chastotasining yuqori qiymatlaridagi kabi o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi, aniqrog'i, segregatsiya sharoitlarida sodir bo'ladi va sikl xususiyati jiddiy ahamiyatga ega bo'lmaydi.

Yumshatilgan o'rindiq zichligi asosiy o'lcham hisoblanadi, yirik materialni cho'ktirishda uni nazorat qilish qatlamlarga ajralish jarayonini ishonchli olib borish va uni avtomatlashtirish imkonini beradi.

O'rindiqlarning yumshatilishi o'rindiqlarda suyuqlik hajmining uning umumiy hajmiga nisbatiga teng bo'lgan yumshatish koeffitsienti θ_v bilan tavsiflanadi,

$$\theta_v = V_s / (V_s + V_q) \quad (6.3)$$

θ_v qiymati siklning ayrim paytlarida quyidagi formula bilan ifodalanadi

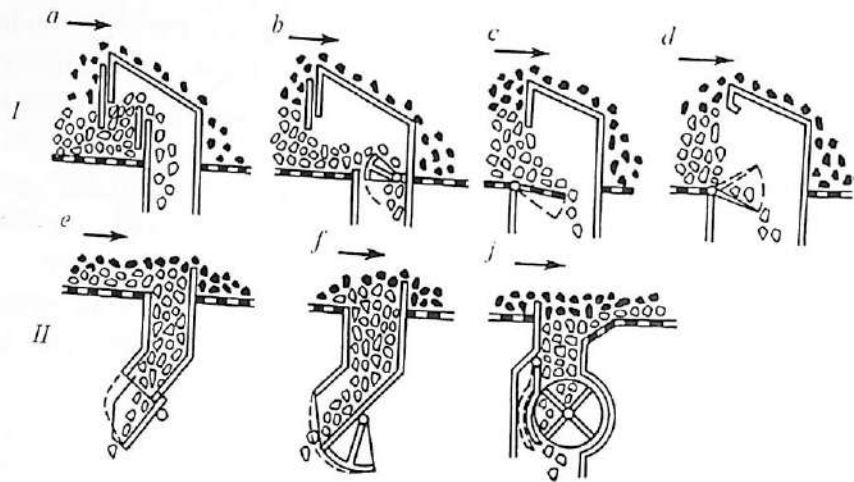
$$\theta_v = \theta_0 + [(1 - \theta_0) / (1 + h_0 / (S_{yu} - S_p))] \quad (6.4)$$

bunda, θ_0 – jipslashgan holatda o'rindiqlarni yumshatish koeffitsienti; h_0 – jipslashgan holatda o'rindiq balandligi; S_v va S_n – (6.1) formula bo'yicha hisoblanadigan g'alvirga nisbatan mos ravishda o'rindiqlarning yuqori va pastki qatlamlari siljishi.

Bir xil o'lchamdagi sharlar θ_0 ning eng kichik qiymati 0,26 teng. Mashinaning me'yoriy ishlashida o'lchangan o'rindiqlarning θ_v o'rtacha qiymati esa 0,4–0,55 chegaralarida bo'ladi, bu suspenziyalar (vzveslar)ning qatlamlarga ajralishi sharoitiga mos keladi.

Cho'ktirish mashinalaridagi cho'ktirish jarayonini shartli ravishda ikkita bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi bosqich – o'rindiqlarning qatlamlarga ajralishi. Ikkinchi bosqich – og'ir fraksiyaning, ya'ni,

qatlamlarga ajralgan o'rindiqlik pastki qavatining tushirilishi. Porshensiz va qo'zg'aluvchan cho'ktirish g'alvirli mashinalarda foydali qazilmalarning nisbatan yirik sinflarini boyitishda og'ir fraksiyalarni tushirish cho'ktirish o'rindig'ining harakatlanish yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan cho'ktirish g'alviridagi tushirish tirqishi orqali amalga oshiriladi. Og'ir fraksiyalarni tushirish usullari 6.2-rasmda sxemali ko'rsatilgan.



6.2-rasm. Og'ir fraksiyalarni tushirish usullari:

I – vertikal tirqishlar (to'sin ostida) orqali tushirish: a – yassi vertikal shiber bilan; b – sektorli shiber bilan; c – g'alvirning tebranuvchi uchastkasi bilan; d – tebranuvchi lotok bilan; II – gorizontali tirqish orqali tushirish: e – lotokli tamba orqali; f – sektorli tamba bilan; g – rotorli tamba bilan

Porshenli cho'ktirish mashinalarida og'ir fraksiyalarni tushirish har bir kamera oxirida joylashgan to'sindan oldin yoki to'sin ostida joylashgan yon tomon derazalari orqali amalga oshiriladi, 6.2, a-rasm.

Zamonaviy cho'ktirish mashinalarida og'ir fraksiyalarni tushirish og'ir fraksiyalar bilan to'ldirilgan chuqur cho'ntaklar (chuqurchalar) orqali amalga oshiriladi (6.2, d, ye, j-rasm). Tushirishning bunday

usullari yengil mineral zarralari bilan ifloslanmagan toza og'ir fraksiyalar olish imkonini beradi.

Yuklanadigan og'ir fraksiyalar sifati vertikal to'sma qopqoqlar, tebranuvchi (burilma) shiberlar, lotoklar yoki sektorli tambalar, shuningdek, aylanma rotorli tushirgichlar yordamida tartibga solinadi.

25-§. Cho'ktirish mashinalari

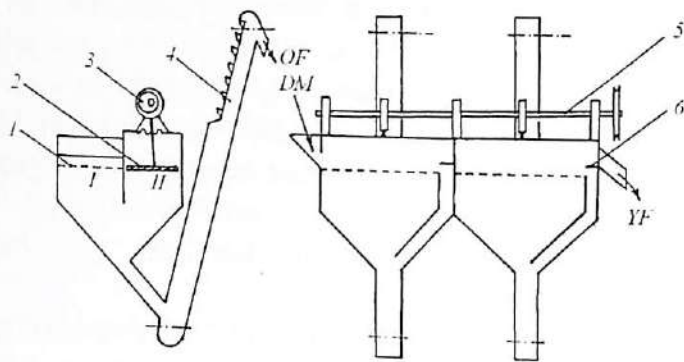
Foydali qazilmalarni boyitish amaliyotida cho'ktirish mashinalarining quyidagi turlaridan foydalaniladi: porshenli, diafragmali, havoli-pulslanuvchi (porshensiz) va qo'zg'aluvchan g'alvirli cho'ktirish mashinalari.

Porshenli cho'ktirish mashinalari ba'zan rudalar yirikligining yirik va o'rtacha sinflarini boyitish uchun qo'llaniladi. Ular, odatda, ikkita, uchta va ba'zan to'rt kameraga ega bo'ladi. Suvning tebranishi har bir kamerada eksentrik mexanizm yordamida harakatga keltiriladigan porshen harakati bilan hosil qilinadi, 6.3-rasm. Porshenli bo'lim cho'ktirish bo'limining yon tomoniga joylashtiriladi va oxirgisidan biroz chuqurlikka tushirilgan bo'yлама to'siq bilan ajratib qo'yiladi.

Yirik og'ir zarralar, odatda, cho'ktirish bo'limining yon devolrida joylashgan tutqich orqali tushiriladi. Og'ir zarralarning yirik qismini tushirish to'sin balandligi va ko'tarilishi yoki to'sma qopqoqni tushirish bilan tartibga solinadi (6.2, a-rasmga qarang). Mayda og'ir zarralarni tushirish o'rindiqlik va cho'ktirish g'alviri orqali sodir bo'ladi.

Porshenli cho'ktirish mashinalari qachonki yuqori unumdorlik talab etilganda, shuningdek, qimmatbaho mineral miqdori juda kam bo'lgan holatlarda qo'llaniladi. Bu holatda cho'ktirish mashinasi og'ir fraksiyani doimiy tushirmasdan davriy ishlaydi.

Ayrim vaqt o'tishi bilan mashina ishlashi to'xtatiladi, cho'ktirish o'rindig'ining yuqori qavati qo'lda olib tashlanadi va konsentrat (boyitma) hisoblangan pastki, og'ir qatlam yuklanadi.



6.3-rasm. Porshenli cho'ktirish mashinasi sxemi:

1 - cho'ktirish g'alviri; 2 - porshen; 3 - ekssentrik yuritma; 4 - og'ir fraksiyani tushirish va suvsizlantirish elevatori; 5 - ekssentrik yuritma vali; 6 - to'sin;
I - cho'ktirish bo'limi; II - porshenli bo'lim

Porshenli mashinalarning solishtirma unumdorligi ta'minlashning 12-40 mm eng katta yirikligida mos ravishda 1,5 dan 4 t/m²·s. gacha o'zgarib turadi.

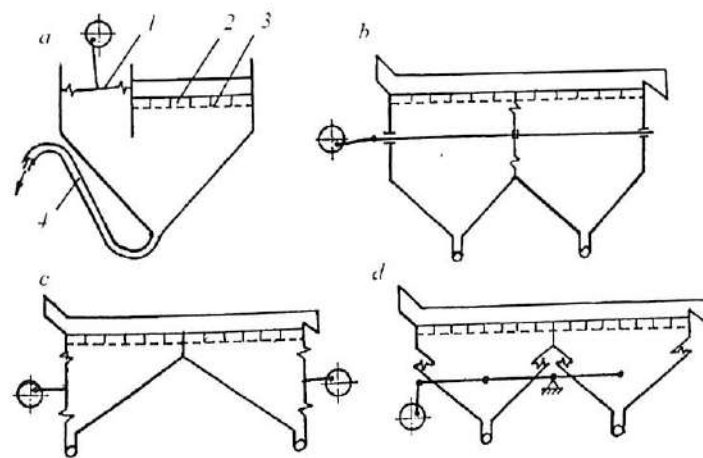
Porshenli cho'ktirish mashinalarida quyidagi kamchilik mavjud. Porshen ishlayotgan paytda suv porshen osti bo'shlig'idan porshen ustiga qisman aylanadi, chunki porshen perimetri va pulslanish bo'limi devorlari o'rtasida porshen ishlaganda uning qadalib qolishining oldini oluvchi tirqishlar mavjud. Bu holat rudaning kichik sinflarini boyitish uchun porshenli cho'ktirish mashinalaridan foydalanish imkonini bermaydi, unda yuqori chastotalarda pulslanishning kichik amplitudasi ega bo'lish zarur bo'ladi.

Diafragmali cho'ktirish mashinalari (6.4-rasm) tuzilishi oddiyligi, ixchamligi, pulslanish amplitudasi doimiyligida muhit pulslanishining qat'iy tartibini ta'minlashi bilan ajralib turadi. Bu turdagi mashinalar yuqori unumdorlik talab qilinmaydigan, 30 mm. gacha yiriklikdagi temir, marganes rudalarini va nodir, rangli metallarni boyitish uchun qo'llaniladi.

Diafragmali mashinalarning, porshenlilar kabi cheklangan unumdorligiga sabab shundaki, cho'ktirish bo'limi maydonining ortishi

cho'ktirish g'alvirining butun maydoni bo'ylab pulslanish bir maromdaligining buzilishiga, shuningdek, diafragmalar soni oshishiga va mashina tuzilishi murakkablashuviga olib keladi. Diafragmali cho'ktirish mashinalari cho'ktirish g'alviriga joylashgan panjara yacheykasiga joylanadigan sun'iy o'rindiq bilan ishlaydi. Cho'ktirish g'alviri teshiklari o'lchami ta'minlanishdagi zarralarning eng yuqori diametridan 2-3 marta kattadir. Sun'iy o'rindiq sifatida zarralari yirikligi boyitiladigan materialning yuqori diametridan 2,5-5 marta katta bo'lgan ushbu rudaning og'ir fraksiyasi qatlamidan foydalaniladi. Og'ir minerallar zarralari avval o'rindiq usti qatlamiga to'planadi, so'ngra esa sun'iy o'rindiqqa kiritiladi, u orqali o'tadi va cho'ktirish g'alviri orqali tushiriladi.

Sun'iy o'rindiq cho'ktirish sikli davrining oxirida o'rindiq usti qatlamidan oldin zichlanadi, va yengil mineral zarralari sun'iy o'rindiqqa kirishga ulgurmaydi.



6.4-rasm. Diafragmali cho'ktirish mashinalari sxemalari:

a - diafragmasi yon tomonda joylashgan diafragmali mashina; 1 - diafragma;
2 - sun'iy o'rindiq; 3 - cho'ktirish g'alviri; 4 - gidroelevator;
b - kameralari o'rtasidagi vertikal to'siqda diafragmamavjud yuqori chastotali diafragmali mashina; v - yon yuza devorlarida diafragma;
g - tebranuvchi konussimon ostli

Shunday qilib, sun'iy o'rindiq o'zi orqali og'ir minerallar zarralarini o'tkazadigan va yengil mineral zarralari o'tishiga yo'l qo'ymaydigan filtr rolini bajaradi.

Diafragmali cho'ktirish mashinalarining (6.4, *a*-rasmga qarang) diafragmasi yon tomonda joylashuvli (porshen o'rniga) va diafragmalari g'alvir osti joylashuvli (6.4, *b*, *v*, *g*-rasm) turlari mavjud.

Kameralari o'rtasidagi to'siqda vertikal diafragma mavjud OVM-1 cho'ktirish mashinasi (6.4, *b*-rasmga qarang) muhit tebranishining yuqori chastotalari (850 tebranish/min gacha) tartiblarida $-3+0,1$ mm yiriklikdagi nodir metallarning mayda donador rudalarini boyitish uchun qo'llaniladi. Tebranishlar bir vaqtning o'zida g'alvir osti suvini quvurlarga berish uchun xizmat qiladigan kovak shtok orqali ekssentrik yuritmadan diafragma beriladi. Har bir kamera oxiriga vertikal balandlikdan boshqariladigan to'sin o'rnatilgan. Mashina sun'iy o'rindiq bilan ishlaydi, u orqali og'ir fraksiyalarni tushirish sodir bo'ladi. Og'ir fraksiyani mashinadan tushirish uchun kranlar yoki gidroelevatorlardan foydalaniladi, (6.4, *a*-rasmga qarang).

Kameralar vertikal devorlarida diafragmali MOD-2P va MOD-4M cho'ktirish mashinalari (6.4, *v*-rasmga qarang) 70 mm.gacha yiriklikdagi rudalarni boyitish uchun qo'llaniladi. MOD-4M mashinasi - to'rt kamerali, ikkita parallel ishlaydigan ikki kamerali mashinalardan iborat. Bu mashinalar dragalarga o'rnatiladi. Bu mashinalar unumdorligi 25-55 t/s. tashkil etadi.

Qo'zg'aluvchan konussimon ostli MOD-0,2, MOD-1M, MOD-2M, MOD-3M cho'ktirish mashinalari 15 mm.gacha yiriklikdagi rudalarni boyitishda qo'llaniladi. Harfli belgidan keyingi raqam cho'ktirish g'alvirlarining m^2 dagi maydoniga mos keladi. MOD-0,2, MOD-1M va MOD-2M mashinalar (6.4, *b*-rasmga qarang) pastki qismlari kesik konuslardan ifodalangan ikkita kameradan iborat, ularga ikkita konusdan tuzilgan diafragmalar rezinali manjetlar yordamida mahkamlangan. Konussimon diafragmalar shayinga osilgan va ekssentrik yuritma bilan harakatga keltiriladi.

Bu mashinalarda boyitiladigan material yirikligining pastki chegarasi 0,5 mm, yuqori chegarasi 8(15) mm. tashkil etadi. Mashinalarning solishtirma unumdorligi dastlabki mahsulot yirikligiga bog'liq va 2,5 dan 10 t/s· m^2 gacha o'zgarib turadi.

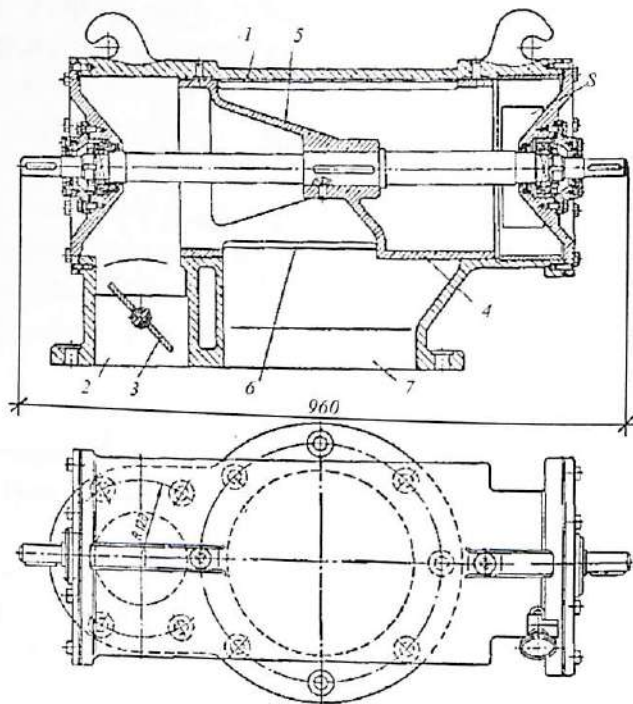
Havoli-pulslanuvchi (porshensiz) cho'ktirish mashinalari cho'ktirish bo'limida suvning tebranishini hosil qilish uchun siqiq havodan foydalanishi bilan boshqalardan farq qiladi. Mashinalar havoli va cho'ktirish bo'limlariga ega va cho'ktirishning simmetriik yoki asimmetrik sikllarini hamda havoni kameraga berishni tartibga solish, ya'ni, pulslanish amplitudasini boshqarishni ta'minlovchi universal yuritma bilan jihozlangan.

Porshensiz cho'ktirish mashinalari cho'ktirish g'alvirlarining ancha kata maydoni (2,5 dan 24 m^2 gacha) bilan va mos ravishda yuqori unumdorligi bilan ajralib turadi. Ularning solishtirma unumdorligi 10 dan 24 t/s· m^2 gachani tashkil etadi. Bu mashinalarda cho'ktirish g'alvirlari kengligi 1,5-3 m tashkil etadi, uzunligi esa soni 2-5 tadan iborat bo'lgan ketma-ket birikkan bir xillashtirilgan kameralar soniga bog'liqdir.

Porshenli cho'ktirish mashinalariga o'xshashligi havo kameralari cho'ktirish bo'limining yon tomoniga joylashgan birinchi porshensiz cho'ktirish mashinalari ko'mirni boyitish uchun ishlab chiqilgan. Biroq bu mashinalarda cho'ktirish g'alviri kengligi bo'ylab pulslanishni bir tekis taqsimlash muammosi yuzaga keladi. So'ngra havo kameralari g'alvir ostida joylashuvli mashinalar ishlab chiqarildi, bu cho'ktirish g'alvirining butun maydoni bo'ylab pulslanish bir tekisligiga saqlab, kameralar enini 3 m. gacha oshirish va cho'ktirish mashinalari unumdorligini ancha oshirish imkonini berdi.

Havoli-pulslanuvchi (porshensiz) cho'ktirish mashinalari sxemalari 6.5-rasmda keltirilgan

Ko'mirni boyitish uchun OM-12, OM-18 turidagi (6.5, *b* -rasmga qarang) cho'ktirish mashinalari qo'llaniladi. Harfli indeksdan so'nggi raqam cho'ktirish g'alviri maydonini anglatadi, m^2 . Bu turdagi



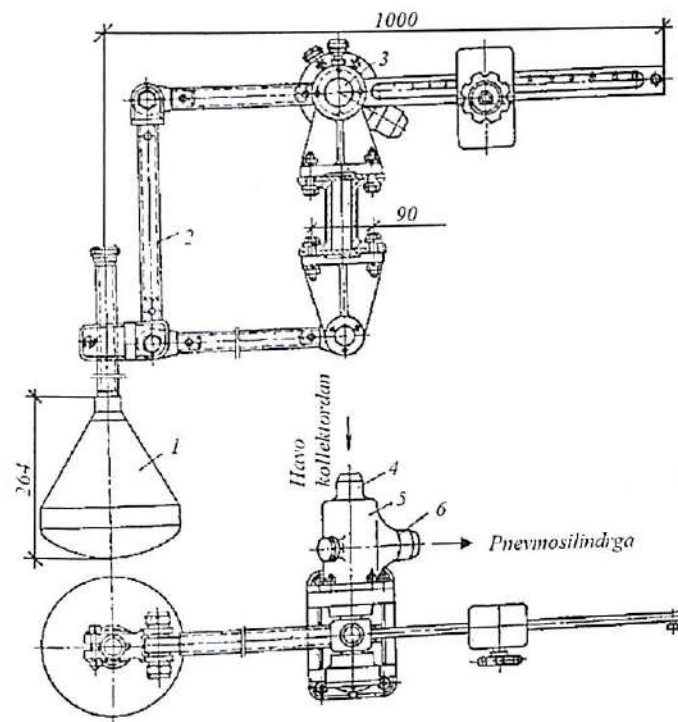
6.6-rasm. PV – 4 turidagi rotorli pulsator:

1 – korpus; 2 – siqiq havoni yetkazish uchun teshik; 3 – havo berishni rostdash uchun to'sma qopqoq; 4 – ichi kavak rotor; 5 – diagonal to'siq; 6 – cho'ktirish mashinasiga siqiq havoni kiritish uchun deraza; 7 – pulsatorni mashinaning havo bo'limi bilan birlashtiruvchi kanal; 8 – chiqarib yuborish derazasi

Qo'zg'aluvchan g'alvirli cho'ktirish mashinalari mamlakatimiz amaliyotida yirikligi 3 dan 40 mm gacha bo'lgan marganes rudalarini boyitish uchun qo'llaniladi. Mashina seriyali ishlab chiqarilmaydi. Mashinalar maydoni 2,9 dan 4,0 m² gacha bo'lgan ikki-, uch- va to'rt seksiyali g'alvirlarga ega (6.8-rasm).

G'alvir suvli mashina vannasiga botirilgan va prujinali ilgakka osilgan qo'zg'aluvchan ramaga mahkamlanadi. Qo'zg'aluvchan ramaning krivoship-shatunli yuritmasi cho'ktirish bo'limi ustida joylashgan. G'alvir cho'ktirish o'rindig'ini davriy ravishda yuqoriga ko'tarib va gorizontal harakatlanayotgan suv oqimidagi og'irlik kuchi

ta'siri ostida unga pasayish imkonini berib, yoysimon harakatni amalga oshiradi. G'alvir tebranishi chastotasi 90 dan 150 min⁻¹ gacha ko'lamda boyitiladigan material yirikligiga bog'liq holda belgilanadi.



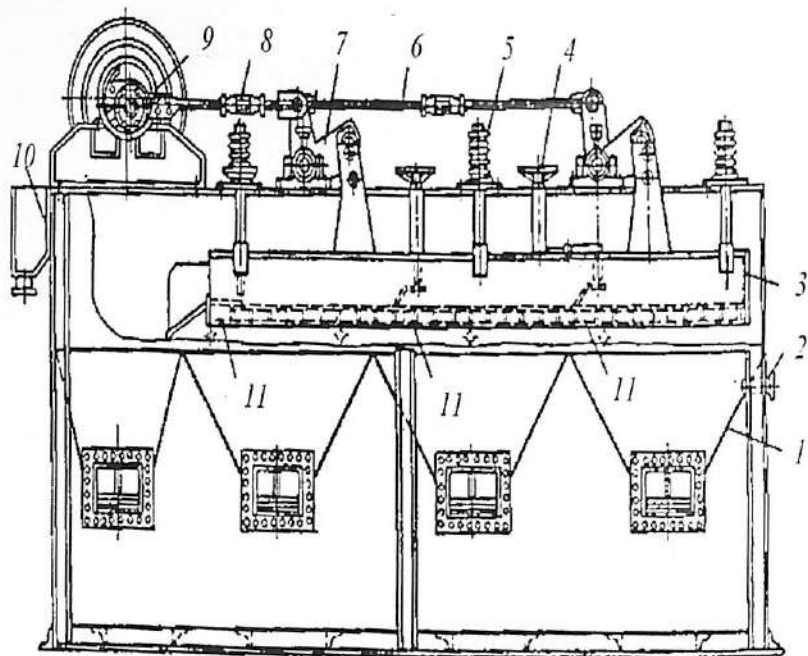
6.7-rasm. AR-3 qalqovuchli turdagi avtomatik rostlagich:

1 – qalqovuch; 2 – qalqovuchni zolotnik o'qi bilan birlashtiruvchi richaglar tizimi;
3 – zolotnik; 4 – siqiq havoni zolotnikka eltish uchun shtuser;
5 – zolotnik korpusi; 6 – zolotnikdan siqiq havoni chiqarish uchun shtuser

Og'ir fraksiyalar o'lchami mashina ishlashida rostlanadigan yon tomon yoki markaziy tirqishlar orqali g'alvir ostidan tushiriladi. Piramidal seksiyalardan olinadigan barcha fraksiyalar elevatorlar bilan tushiriladi.

Xorijda shunga o'xshash mashinalardan 30 dan 400 mm gacha yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun, jinslarning asosiy massasini

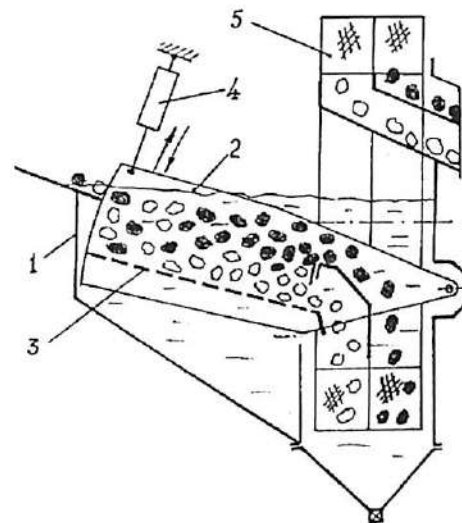
yo'qotish maqsadida ko'mirni oldindan boyitish uchun qo'llaniladigan "Vedag" firmasining "ROMDJIG" qo'zg'aluvchan g'alvirli cho'ktirish mashinasi ma'lumdir (6.9-rasm).



6.8-rasm. Marganes rudalarini boyitish uchun qo'zg'aluvchan g'alvirli cho'ktirish mashinasi:

1 – korpus; 2 – g'alvir osti suvini berish uchun patrubka; 3 – cho'ktiruvchi g'alvirli qo'zg'aluvchan quti; 4 – tushirish tirqishi kengligini rostlovchi vint; 5 – qutining prujinali ilgagi; 6 – eksentrik yuritma tortqisi; 7 – yuritmaning tirsakli richagi; 8 – rostlovchi gayka; 9 – eksentrik yuritma; 10 – quyilish to'sinsi; 11 – og'ir fraksiyalarni tushirish uchun tirqish

Bu mashinalarda cho'ktirish g'alviri cho'ktirish o'rindig'i harakatlanishi tomonga qiyalatilgan. Uning tebranishi cho'ktirish g'alvirining tushiruvchi oxirini davriy ko'taruvchi va uni keskin pastga tushiruvchi, ya'ni, cho'ktirish o'rindig'ining erkin tushishi imkonini beruvchi pnevmatik yuritma bilan amalga oshiriladi.



6.9-rasm. Ko'mirni oldindan boyitish uchun qo'zg'aluvchan g'alvirli cho'ktirish mashinasi (firma «Vedag»):

1 – korpus; 2 – g'alvirli tebranuvchi rama (3); 4 – pnevmatik yuritma; 5 – qavatlangan elevator g'ildiragi

Og'ir fraksiyani tushirish vertikal to'sma qopqoq bilan boshqariladi va xuddi elevatorli g'ildirak bilan yengil fraksiyani tushirgan kabi amalga oshiriladi.

Qo'zg'aluvchan g'alvirli mashinalar juda kam xarajatliligi bilan tavsiflanadi, biroq kam solishtirma samaradorlikka va boyitishning kam unumdorligiga ega.

26-§. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ular ishiga ta'sir qiluvchi omillar

Cho'ktirish mashinalari ishining asosiy ko'rsatkichlari dastlabki mahsulot bo'yicha ularning unumdorligi va boyitishda olinadigan mahsulotlarning o'zaro ifloslanishi hisoblanadi.

Cho'ktirish mashinalari ishining natijalariga quyidagi omillar jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

1. Dastlabki mahsulot xususiyati - uning donadorlik tarkibi, fraksiyalik tarkibi, zarralar shakli.

2. Dastlabki bo'yicha unumdorlik yoki mashinaning solishtirma unumdorligi va tushiriladigan og'ir fraksiyalar soni.

3. Suv sarfi va dastlabki mahsulot birga beriladigan tashuvchi (transport) suvining va pulslanish bo'limining pastki qismiga beriladigan g'alvir osti suvining o'zaro nisbati.

4. Sun'iy o'rindiqdan foydalanish holatida cho'ktirish o'rindig'i yoki o'rindiq usti qatlamining balandligi.

5. Pulslanish chastotasi va amplitudasi.

6. Cho'ktirish sikli.

7. Tuzilmaviy omillar: pulslanishni hosil qilish usuli, mashinadagi pog'onalar (yoki kameralar) soni, og'ir fraksiyani tushirish usuli.

Cho'ktirish mashinalari unumdorligi boyitiladigan materialning yirikligiga va uning fraksiyalik xususiyatlariga, shuningdek, cho'ktirish g'alvirining geometrik o'lchamlariga bog'liqdir. Mashinaning unumdorligi cho'ktirish o'rindig'ining ko'ndalang kesim maydoni bilan va cho'ktirish mashinasi bo'ylab o'rindiq siljishining o'rtacha tezligi bilan shakllanadi. Mashinada o'rindiq siljishining tezligi suv sarflanishiga bog'liq, u shunday bo'lishi kerakki, bunda o'rindiqning og'ir fraksiyani tushirish joyigacha siljishida o'rindiqning qatlamlarga ajralishi ta'minlanishi lozim. Amaliyot ma'lumotlariga ko'ra, (tashuvchi) transport suvi sarflanishi massa bo'yicha $S:Q \leq 2$ o'zaro nisbat bilan cheklanadi. Tashuvchi (transport) suvining ko'p sarflanishida cho'ktirish o'rindig'i qatlamlarga ajralmasdan oqim bilan oqib ketadi. G'alvir osti suvi ham juda ko'p bo'lishi mumkin emas, chunki u o'rindiqning yuqori qatlamiga og'ir mineralning mayda zarralarini olib chiqishi va o'rindiqning qatlamlarga to'liq ajralishiga to'sqinlik qilishi mumkin. Odatda, g'alvir osti suvining sarfi tashuvchi (transport) suvi sarfidan oshmaydi.

Nisbatan yirik materialni boyitishda mashinada cho'ktirish o'rindig'ining balandligi quyidagi o'zaro nisbatdan qabul qilinadi

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

bunda, h - cho'ktirish o'rindig'i balandligi, mm; $d_{\max}$ - ta'minlanishda eng katta yiriklikdagi zarralar o'lchami, mm.

Sun'iy o'rindiqli mashinalarda mayda materialni cho'ktirishda boyitiladigan material o'rindiq usti qatlamining maqbul balandligi taxminan $H = 20 d_{\max}$ o'zaro nisbatga mos keladi.

Sun'iy o'rindiq qalinligi uning o'tkazuvchanlik qobiliyatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Sun'iy o'rindiq qalinligi oshishida u orqali o'tadigan mineral zarralar miqdori kamayadi va aksincha. Shuning uchun sun'iy o'rindiq qalinligi konsentrat (og'ir fraksiya) chiqishiga bog'liq holda tajriba yo'li bilan tanlanadi. Dastlabkida og'ir minerallarning ko'p miqdorida sun'iy o'rindiq qalinligi uning past miqdoriga qaraganda kam qabul qilinadi. Boyitishning asosiy operatsiyalarida sun'iy o'rindiq balandligi (H_{sun}) (10-20) $d_{\max}$ chegaralarda, qayta tozalash operatsiyalarida (5-7) $d_{\max}$ chegaralarda qabul qilinadi.

Sun'iy o'rindiq orqali zarralar o'tishi jarayonining xususiyati sifatida o'rindiq orqali og'ir fraksiya o'tishi tezligi (v_{st}) qabul qilinadi.

Bunda sun'iy o'rindiq orqali o'tadigan material miqdorini Q quyidagicha hisoblash mumkin, kg/s:

$$Q = v_{\text{siq}} \delta_{\text{og}} F \theta_{\text{o'rt}}, \quad (6.5)$$

bunda, δ_{og} - o'rindiq orqali o'tadigan og'ir mineral zarralar zichligi, kg/m³; F - cho'ktirish o'rindig'i maydoni, m²; $\theta_{\text{o'rt}}$ - o'rindiqni yumshatishning o'rtacha koeffitsienti.

Ajralish muhiti tebranishlari kengligi (amplitudasi) kamida $2d_{\max}$ bo'lishi lozim. Uni taxminan empirik formula bo'yicha hisoblash mumkin, mm

$$l = 8,1 d_{\max}^{0,6}, \quad (6.6)$$

bunda, l - muhit tebranishlari amplitudasi, mm; $d_{\max}$ - ta'minlanishdagi zarralarining eng katta o'lchami, mm.

Tebranishlar chastotasini n quyidagi sharoitlardan kelib chiqib, belgilash mumkin: 1) suvning ko'tariluvchi oqimi tezligi siqilgan sharoitlarda zarralarni eng yuqori gidravlik yirikligi bo'yicha o'lchash

uchun yetarli bo'lishi lozim; 2) bunda muhitning tezlanishi og'irlik kuchi tezlanishidan oshmasligi zarur.

Birinchi sharoitga quyidagi nisbat mos keladi

$$n > 27,3 v_{\text{siq}} / l \beta K, \quad (6.7)$$

bunda, v_{siq} – eng yuqori gidravlik yiriklikdagi zarralarning siqilgan tushishi tezligi, m/s; l – tebranishlar amplitudasi, m; β – porshen va porshenli bo'lim devorlari o'rtasidagi oraliqlar hisobiga tezlik kamayishi koeffitsienti ($\beta = 0,6-0,99$), faqat porshenli mashinalar uchun qabul qilinadi; K – porshen maydonining (diafragmalar yoki pulsatsiyali bo'limning) g'alvir maydoniga nisbati.

Ikkinchi sharoit quyidagi bog'liqlikni aniqlaydi

$$n < 1340 / (l \beta K)^{1/2} \quad (6.8)$$

Mashinadagi pog'onalar (yoki kameralar) soni dastlabkining fraksiyalik tarkibiga bog'liq. Foydali minrallar to'liq ochilgan va qo'shilmalar bo'lmaganda oson boyitiladigan mahsulotlar uchun birinchi kamerada toza og'ir fraksiyani olish uchun va mashina quyilmasida toza yengil fraksiyani olish uchun ikkita kamera yetarlidir. Ikkinchi kameradagi og'ir mahsulot yengil va og'ir minerallar zarralari aralashmasini ifodalaydi va bu oraliq mahsulot aylanma mahsulot sifatida shu mashinaga qaytariladi.

Dastlabki mahsulotda qo'shilmalar mavjudligida kameralar soni uchtaga, to'rttagacha oshirilishi mumkin, unda nisbatan toza og'ir va yengil fraksiyalardan tashqari, bitta yoki ikkita oraliq mahsulotlar ham olinadi, bular uchun keyingi qayta ishlash ko'zda tutiladi. Cho'ktirish mashinalari ishlashida cho'ktirish jarayonini tezkor boshqarish (rostdash) tushiriladigan og'ir fraksiyalar sonini o'zgartirish bilan va mashinaga beriladigan g'alvir osti suvi va tashuvchi (transport) suvi miqdori bilan amalga oshiriladi. G'alvir osti suvinin oshib ketishi cho'ktirishning bir sikli davrida o'rindiqning ko'p yumshashiga sabab bo'ladi, umumiy suv sarfining oshib ketishi esa o'rindiqning qatlamlarga ajralishi oshmasdan, cho'ktirish g'alviri bo'ylab cho'ktirish o'rindig'ining barcha qatlamlari siljishi tezligini oshiradi.

27-§. Cho'ktirish usulida boyitish sxemalari

Materialni cho'ktirish bilan boyitishga tayyorlash uni oldindan yiriklik sinflariga ajratishdan iboratdir. Olingan har bir sinf alohida cho'ktirish mashinalarida cho'ktirishning o'z tartibi bo'yicha boyitiladi. Cho'ktirishning olingan mahsulotlari suvsizlantirish va shlamsizlantirish operatsiyalaridan o'tadi. Shunday qilib, cho'ktirish sxemalari har doim *tayyorlov, asosiy va yakuniy operatsiyalardan* iborat bo'ladi.

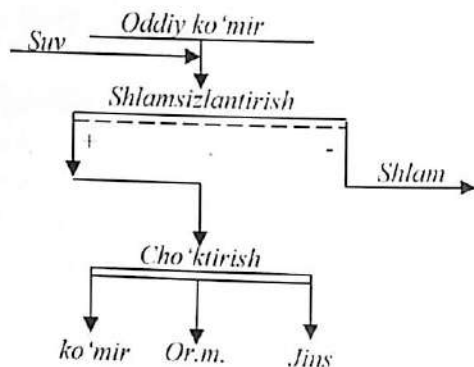
Tayyorlov operatsiyalari, odatda, g'alvir usti mahsulotini sug'orish bilan katta sim g'alvirlarda amalga oshiriladi. Yirik g'alvir usti mahsulotlari uchun yakuniy operatsiyalar suvsizlantiruvchi elevatorlar bilan katta sim g'alvirlarda va sentrifugalarda yoki ularsiz keyinchalik suvsizlantirish bilan bajariladi.

Oson boyitiladigan ko'mirni yakuniy operatsiyasiz cho'ktirish bilan boyitishning asosiy sxemalari 6.10 va 6.11-rasmlarda ko'rsatilgan.

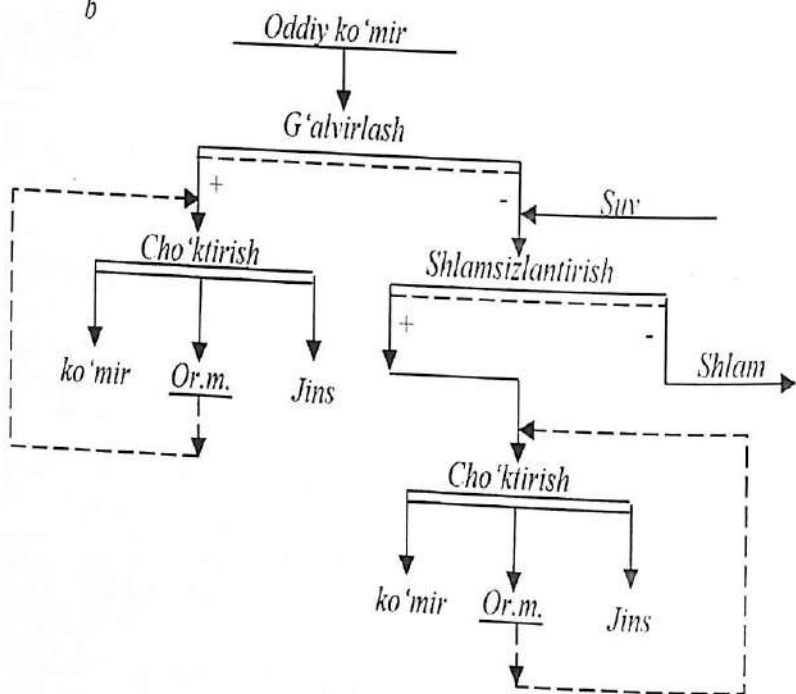
Oson boyitiladigan ko'mirni boyitishda, ya'ni, sanoat mahsulotlari fraksiyasining ozroq chiqishida yoki ularni olmasdan boyitishda bir bosqichli boyitishning oddiy sxemalari qo'llaniladi (6.10, *a, b*-rasmlar). Oraliq zichlikdagi 5-20 % fraksiyalar (qo'shilmalar) mavjud, boyitishning qiyin toifasili ko'mirni boyitish ikki bosqichli sxemalari bo'yicha amalga oshiriladi (6.11, *a, b*-rasmlar).

Cho'ktirish mashinalaridan foydalanib rudalarni boyitish sxemalari ko'mirni boyitish sxemalari qoidalaridagi kabi tuziladi. Cho'ktirish bilan boyitishdan oldin dastlabki ruda bo'linadigan yiriklik sinflari soni yengil va og'ir minerallar zichliklaridagi qarama-qarshiliklarga (mos kelmaslikka) bog'liq, boyitish bosqichlari soni esa rudani maydalash va yanchish jarayonidagi foydali minerallar ochilishi darajasiga bog'liqdir.

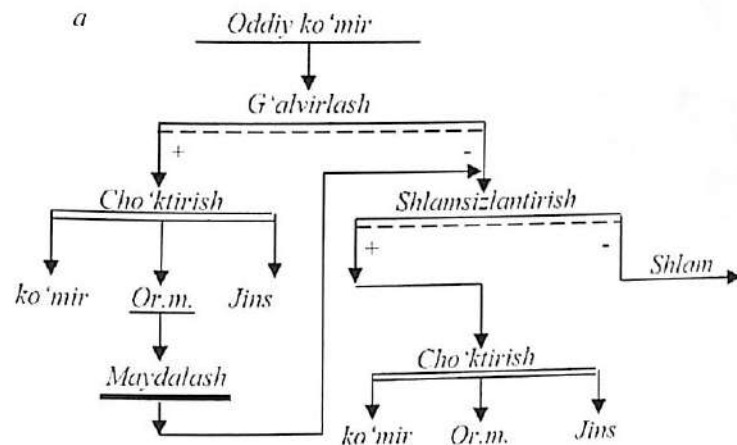
a



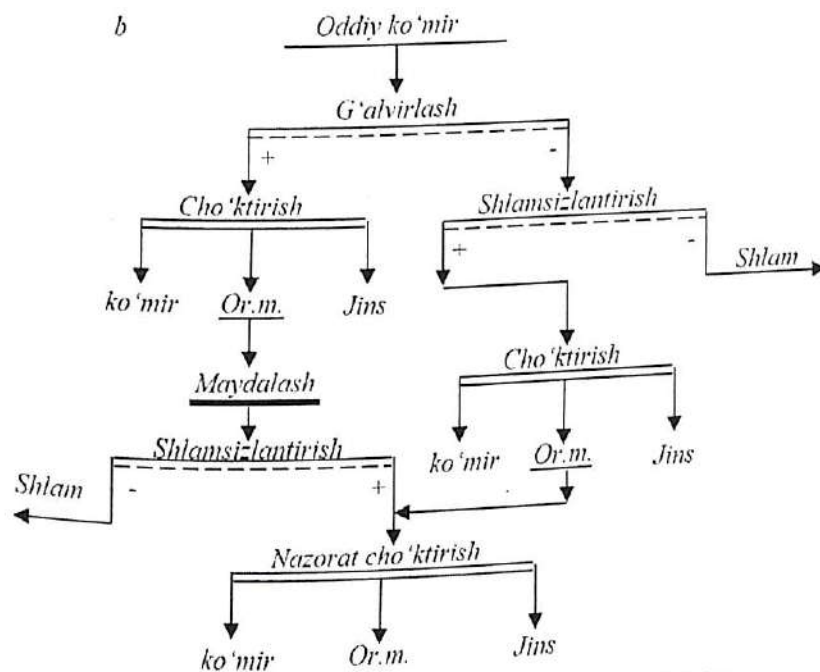
b



a



b



6.10-rasm. Oson boyitiladigan ko'mirni cho'ktirish bilan boyitishning asosiy sxemalari:
a - keng tasniflangan ko'mirni boyitish; b - tasniflangan ko'mirni boyitish

6.11-rasm. Qiyin boyitiladigan ko'mirni cho'ktirish bilan boyitishning asosiy sxemalari:

a - yirik sanoat mahsulotining nisbatan kamroq chiqishida;
b - yirik sanoat mahsulotining ko'p chiqishida.

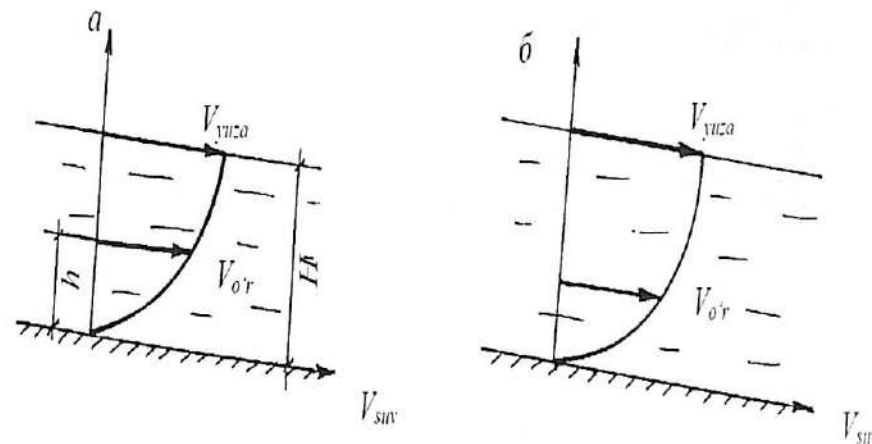
VII BOB. QIYA TEKISLIK BO'YLAB OQADIGAN SUV OQIMIDA BOYITISH

Qiya tekislik bo'ylab oqadigan suv oqimida boyitish mineral zarralar aralashmasini tashuvchi suv oqimining ularga dinamik ta'sir etishidagi mineral zarralar xususiyatidagi tafovutga asoslangan. Bo'tana harakatlanishi og'irlik kuchi ta'siri ostida sodir bo'ladi. Boyitishning bu usuli boyitishning ma'lum bo'lgan usullaridan eng oddiy usuli hisoblanadi. Ushbu qoida bo'yicha ishlaydigan ko'pgina apparatlar mavjud. Ulardan asosiylari quyidagilardir: apparat korpusi qiyaligining turli burchaklarida ishlovchi konsentratsion stollar, shlyuzlar, vintli separatorlar, oqimli novlar va konusli separatorlar: 2-10° – konsentratsion stollar uchun; 10-30° – shlyuzlar uchun; 9-12° – vintli separatlar uchun va 14-18° torayadigan novlar uchun. Yuzaning bo'tana oqadigan bu qiyalik burchaklari oqim osti materiali bo'yicha suvda mineral zarralar ishqalanish burchaklaridan ancha kichikdir, ular temir va linoleum bo'yicha taxminan 30-40° tashkil etadi. Mineral zarralar suv qiya oqimining gidrodinamik tortuvchi kuchlari hisobidan harakatlanadi.

28-§. Qiya tekislik bo'ylab oquvchi suv oqimining tavsifi

Boyitish amaliyotida apparatlar ta'minlanishidagi eng katta mineral zarralarning o'n o'lchamidan oshmaydigan balandligi kam suv oqimlaridan foydalaniladi.

Qiya tekislik bo'ylab oquvchi suv oqimlari laminar (bir tekis) yoki girdobli bo'lishi mumkin. Ular harakati xususiyati oqim tezligiga, ya'ni, yuza qiyalik burchagiga va silliq, g'adir-budir yoki taram-taram bo'ladigan ostning holatiga bog'liqdir. Oqim balandligi bo'yicha suvning turli qatlamlari tezligi bir xil emas. Yuzadagi suv oqimi tezligi yuqori, ostda esa eng kam tezlikda bo'ladi. Suv oqimi tezliklarining uning balandligiga bog'liqligiga misollar 7.1-rasmda berilgan.



7.1-rasm. Oqim tezliklari epyurlari (chizmalari):
a – laminar (bir tekis); b – girdobli

Laminar (bir tekis) oqimlar uchun (ularning tezligi 0,5 m/s oshmaydi) oqimning o'rtacha tezligi – $V_{o'rt}$ quyidagiga teng, m/s:

$$V_{o'rt} = 2/3 V_{yuza}, \quad (7.1)$$

bunda, V_{yuza} – oqimning yuzadagi tezligi.

Oqimning o'rtacha tezligi ostdan oqim balandligining 0,423 masofa uzoqlikdagi suvning elementar qavati tezligiga mos keladi.

Girdobli oqimlar uchun

$$V_{o'rt} = (5/6 \div 7/8) V_{yuza}. \quad (7.2)$$

Girdobli oqimlar yana oqim tezligining *vertikal tashkil etuvchisi* – V_{vert} deb nomlanishi bilan ham xususiyatlidir, qaysiki oqim ostida eng yuqori qiymatga ega bo'ladi, va ostdan uzoqlashishi bilan kamayadi. Oqim ostida V_{vert} o'rtacha miqdori V_{yuza} ning 4 dan 20 % gachasini tashkil etishi mumkin.

Boyitish amaliyotida ko'pincha oqim ostini g'adir-budir qilib, yoki taram-taram ariqlar o'rnatib, V_{vert} hosil qilish uchun oqimlar girdoblantiriladi.

29-§. Suv oqimida mineral zarralarning harakati

Qiya oqimda zarralar harakatlanishining quyidagi turlari mavjud:

- 1) avvaldan joylashgan zarralarni oqim osti bo'ylab yoki yuzasi bo'ylab dumalatish yoki sirpantirish yo'li bilan harakatlanishga jalb etishli harakat;
- 2) sakrash tarzida (uzuq muallaq) harakat yoki saltatsiya (umbaloqli), qachonki bunda zarralar jalb etish bilan harakatlanadi, so'ngra esa chamalanadi (muallaq bo'ladi) va ayrim masofaga oqim bilan oqadi, undan so'ng yana tushadi va oqim osti bo'ylab harakatlanadi. Bunda chamalanish (muallaq bo'lish) balandligi zarralarda har xil, ya'ni, ularning yuqori tezliklar zonasida bo'lish vaqti turlicha va sakrash uzoqligi ham har xil bo'ladi;
- 3) uzluksiz-muallaq holatdagi harakat.

Oqimda zarralar harakati xususiyati oqim tezligi va chuqurligiga, ostning holatiga, zarralarning gidravlik yirikligiga va ularning oqimdagi konsentratsiyasiga bog'liqdir.

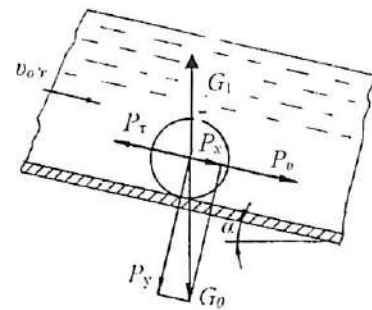
Oqim osti bo'ylab harakatlanuvchi zarralarga ta'sir etuvchi kuchlar 7.2-rasmda ko'rsatilgan.

Zarralarga ta'sir etuvchi kuchlar belgilangan harakatda muvozanatlashadi. Belgilangan harakatda oqim osti bo'ylab zarralar harakati differensial tenglamasining taxminiy yechimi zarralar harakati tezligining miqdorini hisoblash imkonini beradi.

$$v_s = V_{o'rt} - [f(v_0^2 - V_v^2)]^{1/2}, \quad (7.3)$$

bunda, v_s – zarralar harakati tezligi, m/s; $V_{o'rt}$ – oqimning o'rtacha tezligi, m/s;

f – oqim osti bo'ylab zarralar ishqalanishi koeffitsienti; v_0 – suvda zarralar erkin tushishining oxirgi tezligi, m/s; V_v – oqim tezligining vertikal tashkil etuvchisi, m/s.



7.2-rasm. Oqim osti bo'ylab zarra harakatlanishida unga ta'sir etuvchi kuchlar sxemasi

(7.3) formula qiya tekislik bo'ylab oquvchi suv oqimida mineral zarralar harakatining asosiy qonuni deyiladi. Bu qonunni tahlil qilish quyidagi xulosalarga kelish imkonini beradi:

1. Agar $v_0 > V_{vert}$ bo'lsa, unda zarra oqim ostida bo'lishi yoki cho'kishi yoki oqim osti bo'ylab harakatlanishi holatida.
2. Agar $v_0 < V_{vert}$, unda zarra oqimda muallaq holatda harakatlanadi.
3. $V_{o'rt} > [f(v_0^2 - V_{vert}^2)]^{1/2}$ sharoitda zarra oqimda harakatlanadi va ostga cho'kmaydi.
4. $V_{o'rt} < [f(v_0^2 - V_{vert}^2)]^{1/2}$ sharoitda zarra oqim ostiga cho'kadi.
5. $V_{o'rt} = [f(v_0^2 - V_{vert}^2)]^{1/2}$ sharoit zarraning oqim osti bo'ylab harakati boshlanishiga mos keladi, bunda $v_{o'rt}$ miqdor oqimning yuvish tezligi (V_{yuv}) deyiladi. Amaliyot ma'lumotlari bo'yicha

$$V_{yuv} = (0,8 \div 0,98) \cdot [f(v_0^2 - V_{vert}^2)]^{1/2}, \text{ m/s} \quad (7.4)$$

Shunday qilib, turli gidravlik yiriklikdagi zarralar suv oqimida turli tezliklar bilan harakatlanadi va oqim ostiga cho'kishi mumkin bo'ladi.

Oqim osti bo'ylab bir xil v_{yuv} bilan harakatlana boshlaydigan, zichligi va yirikligi bo'yicha farq qiladigan mineral zarralar *teng tezlikli*

zarralar deyiladi, ular diametrlari nisbati (kattadan kichikka) teng tezlik koeffitsienti e^1 deyiladi. P. V. Lyaщенко bo'yicha

$$ye^1 = ye f_2 / f_1, \quad (7.5)$$

o'z joylashuvlari bo'yicha (yoki qoliplari bo'yicha) mineral zarralar harakatlanishida esa $ye^1 = ye^2$, bunda ye – teng tushish koeffitsienti; f_2 va f_1 – mos ravishda og'ir va yengil minerallarning oqim osti bo'yicha ishqalanish koeffitsienti.

Teng tezlik koeffitsienti doim teng tushish koeffitsientidan yuqori bo'ladi, bu qiya tekislik bo'yicha oquvchi suv oqimida keng tasniflangan materialni boyitish mumkinligini ko'rsatadi. Oxirgisi boshqalar bilan, masalan, gidravlik tasniflash bilan taqqoslaganda yuqori afzallikka egadir.

30-§. Shlyuzlarda boyitish

Shlyuzlar nodir metallar sochilmali rudalarida, rangli, qora va noyob metallar rudalarida qimmatbaho komponent miqdori past bo'lib, g/t yoki hatto mg/t larda o'lchanganida, ularni boyitishda keng qo'llanilishga ega.

Qimmatbaho komponent miqdoriga bog'liq holda, ko'chmas, avtomatik yoki mexanik shlyuzlar qo'llaniladi. Avtomatik va mexanik shlyuzlardan dastlabki mahsulotda qimmatbaho komponentning yuqori miqdorida foydalaniladi. Mayda fraksiyalarni boyitish uchun ko'pincha tukli shlyuzlar qo'llaniladi.

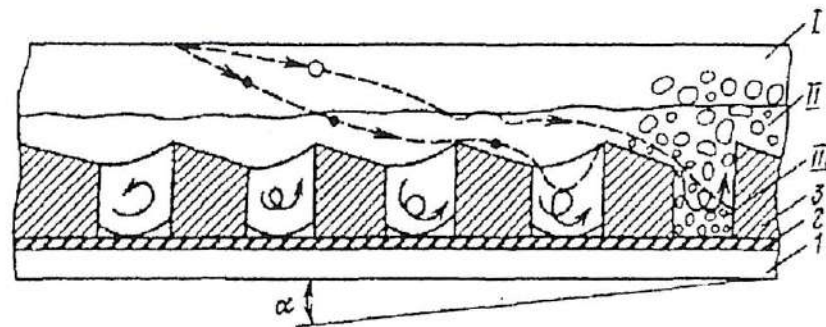
Qo'zg'almas konsentratsion shlyuz – juda oddiy boyitish apparati. Shlyuzlar ensiz uzun koritodan iborat. Ular qavatlangan - uchta ayon tomonli yoki ikki qavatli – bir-birining ustiga joylashgan bo'lishi mumkin. Shlyuzlar uzunligi, ishlatilish vazifasiga bog'liq holda, 3,5 dan 30 m. gacha o'zgaradi. Kengligi (eni) 0,5-1,0 m. Shlyuzlar osti rezina gilamchalar bilan qoplanadi, unga qoliplar – metall panjaralar, ko'ndalang qiya taram-taram riflar, zirhli to'rlar yoki jinslar bo'laklari – toshqotishmalar o'rnatiladi. Shlyuzlardan nodir metallar, platina, kasseritning sochilmali rudalarini oldindan boyitishda foydalaniladi.

Sochilma konlar rudalarini samarali boyitish uchun $(\delta_{og'ir} - 1000)/(\delta_{engil} - 1000)$ nisbat kamida 3,5 bo'lishi lozim. Bu holatda shlyuzlarda apparatning yuqori unumdorligida - 100 m³/s gacha bo'tanani kamida 5-6 suyultirishda (S:Q) foydali minerallarning jud past miqdorili qumlar boyitiladi.

Shlyuzlarda tasniflanmagan yoki yiriklikning keng ko'lamiga ega bo'lgan kamqiymat materiallar boyitiladi. Boyitiladigan material yirikligining yuqori chegarasi 100 mm, ayrim holatda 200 mm.

Bunda dastlabki mahsulot yiriklikning ikkita sinfiga bo'linadi: 100(200)-16 mm sinf – 3 m/s gacha oqim tezligi bilan to'liq to'ldirilgan shlyuzlarda boyitish uchun; 16-0 mm sinf – 1÷1,5 m/s oqim tezligi bilan kam to'ldirilgan shlyuzlarda, podshlyuzkalarda.

7.3-rasm. shlyuzda bo'tana harakati sxemasi ko'rsatilgan.



7.3-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.

Oqimda bo'tana harakatlanishida mineral zarralar zichligi va yirikligi bo'yicha qatlamlarga ajraladi. Shlyuz ishlashi boshlanishida rifellar o'rtasidagi bo'shliq dastlabki material bilan to'ldiriladi. Ostga cho'kkan og'ir zarralar rifellar o'rtasidagi nam o'rindiqqa kiradi va u yerdan yengil zarralarni siqib chiqaradi. Og'ir mineralning sakrovchi mayda zarralari ham asta-sekin rifellar o'rtasidagi qatlamlarga kirib, u yerga cho'kadi. Shunday qilib, rifellar o'rtasidagi bo'shliq asta-sekin

og'ir zarralar bilan to'ladi, og'ir va qisman yengil zarralardan hosil bo'lgan o'rindiqlik esa zichlanadi va boyitish to'xtaydi.

Shlyuzga material berish to'xtatiladi va shlyuzlarni olish yoki shlyuzni chayqash amalga oshiriladi. Ko'chmas shlyuzlarni chayqash qo'lda bajariladi.

Shunday qilib, shlyuzlar ishlashi davriyligi bilan tavsiflanadi, ishchi sikl esa ikki bosqichga bo'linadi: shlyuzlash, so'ngra chayqash. Chayqash chastotasi dastlabki materialdagi qimmatbaho komponent miqdori bilan belgilanadi. Chayqashlar o'rtasidagi shlyuzlash vaqti bir necha soatdan bir nechta sutkagacha o'zgarishi mumkin.

7.1-jadvalda shlyuzlarning taxminiy texnik tavsifi berilgan

7.1-jadval

Shlyuzlarning texnik tavsifi

O'lchamlari	Shlyuzlar	Podshlyuzkalar
Uzunligi, m	18-20	6
Kengligi, m	0,7-0,8	0,7-0,8
1 m ga qiyalik, mm	110	100-110
Qoliplar balandligi, mm	50-55	25-30
Qoliplar plankalari o'rtasidagi masofa, mm	90-150	25-30
Qoliplar ustidagi shlyuzlarni to'ldirish (oqim chuqurligi), mm	50	20
Oqimning o'rtacha tezligi, m/s	1,7	0,7

Shlyuzlarni hisoblashda oqim tezliklari va bo'tana suyultirilishi 7.2-jadval bo'yicha ta'minlanishda bo'laklarning eng katta yirikligiga bog'liq holda tanlanadi.

Bo'tana oqimining eng kam balandligi h quyidagi ifodadan aniqlanadi, mm

$$h = \alpha d_{\max},$$

bunda, α -

Shlyuzlarning umumiy kengligi V quyidagi o'zaro nisbatdan berilgan hajmiy unumdorlik bo'yicha topiladi, m

$$V = Q/V_{cr} h,$$

bunda, Q - hajmiy unumdorlik (bo'tana sarfi), m^3/s ; $V_{o'rt}$ - bo'tana oqimi tezligi, m/s ; h - oqim balandligi, m.

7.2-jadval

Shlyuzlar ishlashi o'lchamlarining boyitiladigan material yirikligiga bog'liqligi

O'lchamlar	Bo'laklarning eng katta yirikligi, mm					
	6-12	12-25	25-30	50-100	100-200	>200
S:Q (hajmi bo'yicha)	8-10	10-12	12-14	14-16	16-20	16-20
Oqim tezligi, m/s	1,2-1,6	1,4-1,8	1,6-2,0	1,8-2,2	2,0-2,5	2,5-3,0
Koeffitsient, α	2-2,2	1,7-2,0	1,5-1,7	1,3-1,5	1,2-1,3	1,0-1,2

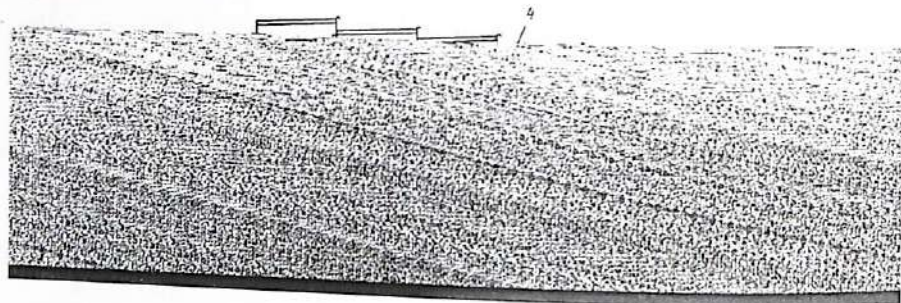
Shlyuz orqali oqadigan bo'tana sarfi quyidagi o'zaro nisbatdan ta'minlanish suyultirilishini hisobga olib aniqlanadi, m^3/s

$$Q = q(1+R)/\delta,$$

bunda, q - shlyuzga kiradigan qattqlik miqdori, kg/s ; R - bo'tana suyultirilishi S:Q (hajmi bo'yicha), qaysiki 8.2-jadval bo'yicha topiladi; δ - qattqlik zichligi, kg/m^3 .

Ishchi yuzasi harakatlanadigan (mexanik) shlyuzlar uch turga bo'linadi: chayqashni amalga oshirish uchun davriy ag'dariladigan novli, qo'zg'aluvchan rezina qoplamali, titratmali (vibratsion). Birinchi ikkita turi dragalarda - suv usti fabrikalarida qo'llaniladi.

Davriy ag'dariladigan novli shlyuzlarga ShMS metall shlyuz (7.4-rasm) kiradi, u vallarga mahkamlangan yulduzchalarga tortilgan ikkita cheksiz zanjirga o'rnatilgan qo'zg'almas shlyuzlar kaskadidan iborat. Shlyuzlarni chayqashda ularning davriy harakatlanishi elektr yuritma yordamida amalga oshiriladi. Chayqash uchun suv nov bilan yulduzchalar bukilganda sug'orish quvuridan bosim ostida beriladi. Bu shlyuzlar yuqori metall sarflanishi bilan farq qiladi.



7.4-rasm. ShMS metall shlyuzi:

- 1 – rama; 2 – yuritgich; 3 – purkagich; 4 – zanjir; 5 – shlyuzli ariq; 6 – tortuvchi yulduzcha;
7 – chiqindini bo'shatish uchun qurilma.

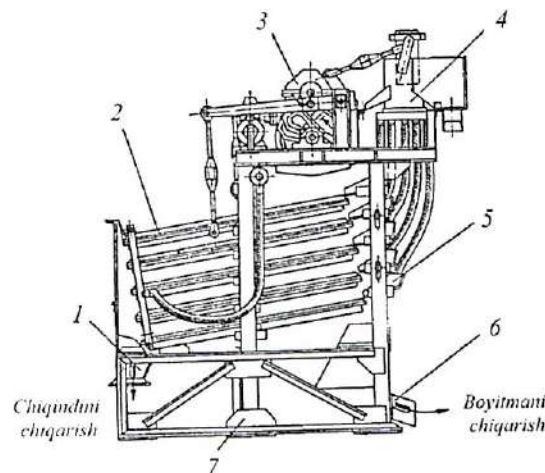
Yana bu turga noyob metallar rudalarini boyitish uchun qo'llaniladigan ShA-1M va 34-Ks avtomatik shlyuzlar kiradi. 7.5-rasmda 34-Ks avtomat shlyuz ko'rsatilgan. Bu shlyuzlar bir-birining ustiga joylashgan va parallel ishlaydigan 900(1800)·1800 mm o'lchamli beshtadan dekalarga ega. Dekalar vaflili rezinalar bilan qoplangan. Ishchi holatda dekalalar -9° burchak ostida, chayqashda esa $+45^\circ$ burchak ostida joylashadi. Ishchi davr besh daqiqa davom etadi: 4,5 – shlyuzlashga; 0,5 min – chayqashga.

Dragali amaliyotda goizontal o'q atrofiga ag'dariluvchi, qisqartirilgan shlyuzlardan foydalaniladi, bu chayqashni bajarishni yengillashtiradi.

Qo'zg'aluvchan rezina qoplamali shlyuz ShPRP (7.6-rasm) cheksiz korobkasimon rezinali lentadan iborat bo'lib, u yon tomon bilan va qator to'sinlar ko'rinishida tutib qoluvchi qoplama bilan va ramaga mahkamlangan ikkita barabanga tortilgan, ular o'rtasidagi yacheykalar bilan birgalikda qilingan. Shlyuzni chayqashda lenta 0,8 m/min tezlik bilan oqimga qarama-qarshi harakatlanadi. Baraban bukilganda lenta konsentratni yuvish uchun suv bilan sug'oriladi.

Shlyuz ShPRP uzluksiz ishlaydi, chayqash esa shlyuzlash jarayoni to'xtatilmadan davriy amalga oshiriladi. Qo'zg'aluvchan rezina qoplamali shlyuzlarning kamchiligi shundaki, ularning nisbatan narxi

yuqori va metall shlyuzlarga qaraganda foydalanish xarajatlari qimmatdir.



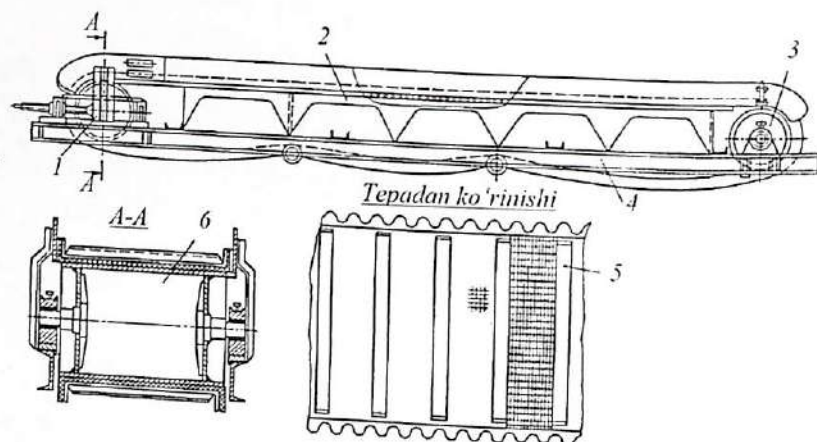
7.5-rasm. 34-Ks avtomatik shlyuzi:

- 1 – chiqindini bo'shatish uchun voronka; 2 – dekalalar; 3 – yuritgich; 4 – bo'tanani taqsimlagich;
5 – taqsimlovchi ariq; 6 – boyitmani bo'shatish uchun voronka; 7 – rama.

Boyitish amaliyotida shlyuzlarning qator nusxali tuzilmalari qo'llaniladi: titratmali (vibratsion) shlyuz, shlyuz-g'alvir, "Bartlez-Mozli" orbital shlyuzi, lentali konsentrat, aylanuvchan dumaloq shlyuz va b.. Narxi yuqoriligi va kam unumdorligi sababli ushbu shlyuzlardan foydalanish cheklangan.

Mayda fraksiyalarni (shlamlarni) boyitish uchun maxsus tukli qoplamali shlyuzlardan foydalaniladi. Bunday shlyuzlarning eni bir metrga yaqin, uzunligi enidan 2-3 marta katta. Shlyuzlarning yog'ochli dekalari olinadigan brezentli, movutli yoki kigizli gazlama bilan qoplanadi. Konsentratni chayqash gazlamali qoplamaning davriy ravishda olish va uni suvli bakda chayqash bilan amalga oshiriladi. Chayqashda 1 m^2 dan 0,4 dan 3 kg gacha konsentrat ajratib olinadi. Shundan so'ng gazlamali qoplama yana dekaga tortiladi va shlyuz

ishga tushiriladi. Tukli qoplamali shlyuzlarning ununmdorligi kam va kam hollarda qo'llaniladi.

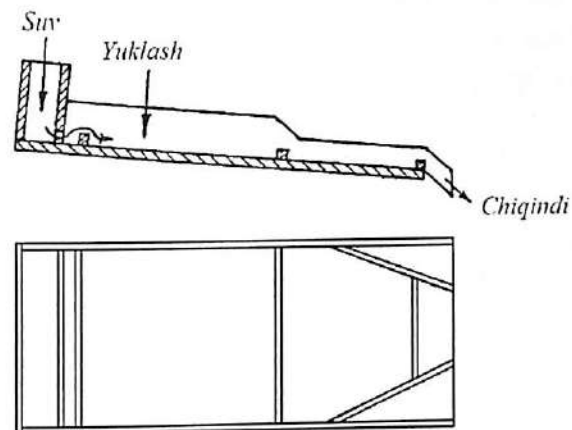


7.6-rasm. Harakatlanuvchi pezina qoplamali shlyuz:

1 - tortib turuvchi qurilma; 2 - tasma sirg'alishi uchun tayanch; 3 - yurituvchi baraban;
4 - rama; 5 - rifli; 6 - tortuvchi baraban.

Geologiya qidiruv ishlarida, shuningdek, konsentratlarni me'yoriga (o'lchamiga) yetkazishda qo'llaniladigan eng oddiy shlyuz vashgerd hisoblanadi (7.7-rasm).

Silliqlik ostli qisqa shlyuz gorizontga 0,01–0,02 qiyalik bilan o'rnatiladi. Shlyuzga suv beriladi, qaysiki nov boshlanishida to'siq borligi tufayli shlyuz kengligi bo'ylab bir tekis oqimda taqsimlanadi. Nov boshlanishiga porsiyalar bilan dastlabki mahsulot beriladi va u suv oqimida kurakcha bilan maydalanadi. Yengil zarralar yuviladi va suv oqimi bilan oqib ketadi, og'ir zarralar esa ko'ndalang plankalarda tutilib qolib, oqim ostiga cho'kadi va davriy ravishda qo'l bilan tushiriladi.



7.7-rasm. Vashgerd

31-§. Konsentratsion stollarda boyitish

Stollardagi konsentratsiya (boyitma) kuchsiz qiya tekislik bo'ylab oqadigan suvning tiniq qatlamida mineral zarralarning zichligi bo'yicha ajralish jarayoni hisoblanadi.

Konsentratsion stollar rudalarni 3-0,02 mm yiriklik ko'lamida, shuningdek ko'mir uchun kamida 10 mm yiriklik ko'lamida boyitish uchun qo'llaniladi.

Konsentratsion stollar ishi amaliyoti bilan tanishishda va o'rganishda shuni yoddan chiqarmaslik kerakki, texnik adabiyotlarda ko'pincha konsentratsion shlyuzlar va stollar o'rtasida aniq farqlanish yo'q. Bir xildagi apparatlar bir holatda shlyuzlar, boshqa bir holatda stollar deb ataladi. Shlyuzlarning farqlanadigan belgisi ular ishining davriyligidir. Shlyuzlarning (ko'chmas yoki mexanik) har bir uchastkasi davriy ravishda chayqashga duch qilinadi.

Konsentratsion stollar mexanik shlyuzlardan stolning butun ishchi yuzasida ishning uzluksizligi va bir xildaligi bilan farq qiladi. Konsentratsion stollarning ikkinchi ajralib turadigan farqi shundaki,

shlyuzlardan asosan foydali qazilmalarni oldindan boyitish uchun foydalanilayotgan vaqtda tayyor konsentratlarni olish mumkinligi hisoblanadi. Ularga olinadigan konsentratlar me'yoriga (o'lchamiga) yetkazishni, ya'ni, keyingi boyitishni talab qiladi.

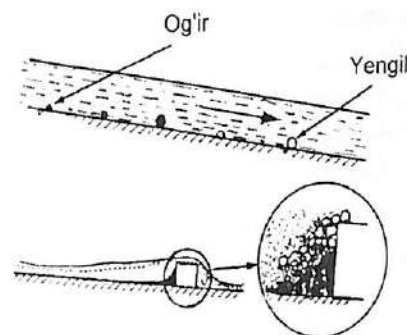
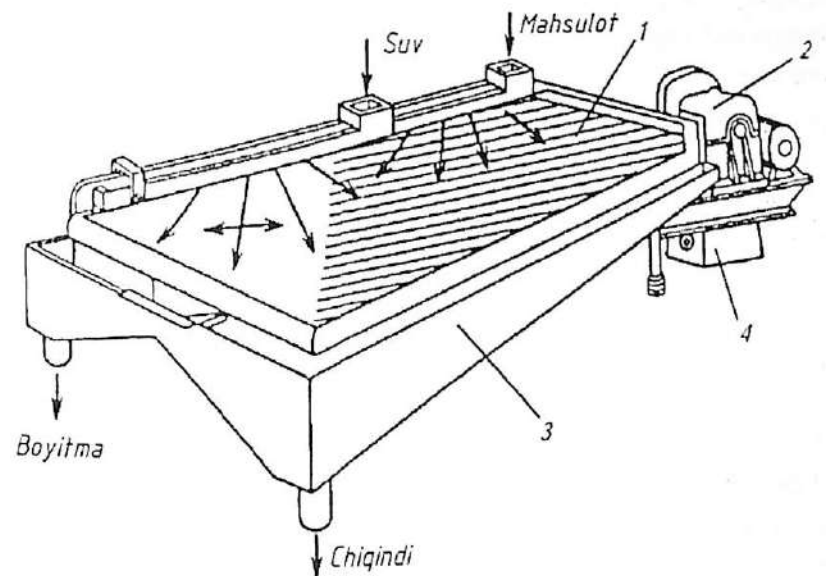
Boyitish amaliyotida *tebratuvchi konsentratsion stollar* keng qo'llanilgan va qo'llanilmoqda, ular boyitiladigan mahsulotning yirikligiga bog'liq holda quyidagilarga bo'linadi: qumli – 3 – 0,2 mm yiriklikdagi ko'lamda materialni boyitish uchun, shlamli – 0,2 (0,3) dan 0,02 mm gacha yiriklikdagi ko'lamda materialni boyitish uchun. Konsentratsion stol (7.8-rasm) quyidagi asosiy qismlardan iborat: deka ustida yuvish suvining 4 novi bilan birga joylashgan ta'minlovchi novning 3 rifelli 2 dekalari 1; yuvish suvining novida joylashgan burilish plankalari 5, ular yordamida deka uzunligi bo'ylab yuvish suvi oqimi tartibga solinadi; tirgaklar 6, roliklar 7, ularga stol dekasi, og'adigan mexanizm 8 vinti; og'adigan mexanizm maxovigi 9, tortuvchi qurilma 10. tayanadi.

Stollar dekalari yog'ochdan yoki aluminiyli qotishmalardan tayyorlanadi va linoleum yoki rezina bilan qoplanadi. Dekaning qoplamasi ustiga rifellar – deka bilan qo'zg'aluvchan ramaning qaytma-ilgarilanma harakati yo'nalishiga parallel joylashgan ponasimon plankalar mahkamlanadi. Rifellar to'g'ri burchakli ko'ndalang kesimga ega.

Rifellar balandligi yuklash tomondan eng yuqori va stolning tushirish tomondan torayadi. Rifellar balandligi (eng yuqori) stol ta'minlanishidagi og'ir fraksiyalar miqdoriga bog'liq va quyidagi ko'lamda o'zgaradi: qumli stollar uchun – 7 dan 25 mm gacha; shlamli stollar uchun – 2 dan 4 mm gacha. Rifellar o'rtasidagi masofa 22–25 mm qabul qilinadi. Shlamli stollarda dekada har 8 riflyadan so'ng uchburchak kesimli baland (22–25 mm) rifellar o'rnatiladi.

Oxirgi vaqtda og'ir mineralning mayda zarralarini tutib qolishning yuqori samaradorligi bilan tavsiflanuvchi rifellarsiz to'liqinli dekalarni qo'llash tavsiya qilinmoqda. Deka ko'ndalang burchagini (og'adigan mexanizm) o'zgartirish mexanizmi qo'zg'aluvchan ramaga

mahkamlangan chervyakli reduktordan iborat. Chervyakli g'ildirak o'qiga richag mahkamlangan, uning bo'sh qolgan oxiriga deka tayanadi. Richag burilishida deka ko'ndalang qiyaligi (og'ishi) burchagi o'zgaradi.



7.8-rasm. SKM-1 konsentratsion stoli:

1 – deka; 2 – yuritgich; 3 – tayanch; 4 – deka qiyaligini sozlash mexanizmi

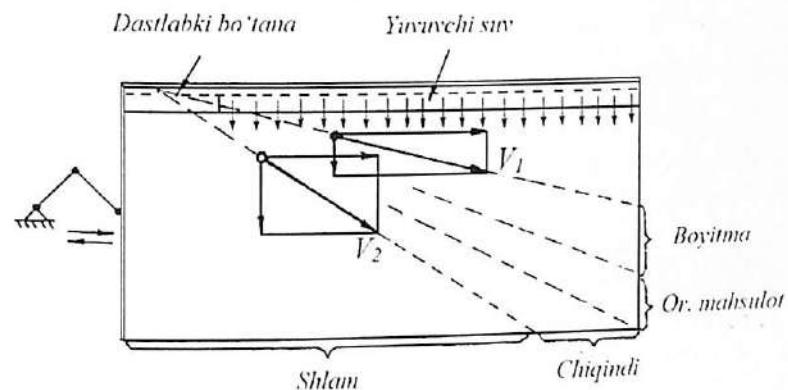
Qo'zg'aluvchan rama sirpanish yoki tebranish podshipniklari vositasida qo'zg'almas ramaga tayanadi. Qo'zg'aluvchan rama prujina bilan yuritmaga qisiladi, bunda stol dekasining asimmetrik tebranishi yuzaga keladi.

Qo'zg'almas ramaga deka bilan qo'zg'aluvchan ramaning qaytma-ilgarilanma harakatini hosil qiluvchi stolning eksentrik-richagli yuritmasi mahkamlanadi.

Stolda konsentratsiya jarayoni quyidagi tarza sodir bo'ladi. Rudali zarralar gorizontaal tekislikda dekaning asimmetrik tebranishlarida, bir vaqtning o'zida perpendikulyar yo'nalishda yuvish suvi oqimining gidrodinamik bosimini his etib, yuklanishdan tushirish oxirigacha deka bo'ylab impulsli siljiydi. Dekani bo'ylab mineral zarralarning siljishi dekaning yuritmadan chetga harakatlanishida stol dekasida zarralarni tutib qoluvchi ishqalanish kuchi hisobidan amalga oshadi. So'ngra deka to'xtaydi va tez oshib boruvchi tezlanish bilan teskari yo'nalishga harakatlana boshlaydi. Bunda mineral zarralar kinetik energiyaga ega bo'lib, stol dekasi bo'ylab uning teskari yurishida sirpanadi. Og'ir mineral zarralari stol dekasi bo'ylab 2-4 sm/s tezlik bilan, yengillari esa 1-2 sm/s bilan siljiydi. Dekani tebranishlari chastotasi 4-7 Gs ko'lamda belgilanadi.

Dekani bo'ylab harakatlanayotgan zarralarga mineral zarralarni ko'ndalang yo'nalishda tashuvchi suvning yuvish oqimi ta'sir etadi. Yengil mineral zarralari deka qiyaligi ostida 1-1,5 sm/s tezlik bilan, og'irlari esa - 1 sm/s kamroq tezlik bilan harakatlanadi.

Yengil va og'ir minerallar zarralar siljishining natijaviy tezliklari turli qiymatga, asosiysi esa harakatning har xil yo'nalishiga ega (7.9-rasm).



7.9-rasm. Stol dekasida mineral zarralarning harakatlanish sxemasi.

Mineral zarralarning bunday harakati natijasida stolning tushiruvchi oxirida boyitish mahsulotlarining yelpig'ichi hosil bo'ladi, qaysiki stol dekasiidan tushishda ko'chma qabul qilish novlari yordamida konsentratga, oraliq mahsulotga va chiqindilarga bo'linadi.

Stol dekasiida rifellarning mavjudligi eng yaxshi yelpig'ich hosil bo'lishiga va stol unumdorligi oshishiga sabab bo'ladi. Rifellar o'rtasidagi bo'shliqda yengil va og'ir minerallarning turli yiriklikdagi zarralaridan iborat bo'lgan mineral qatlam, bir tomondan, suv oqimi tezligining materialni yumshatadigan vertikal tashkil etuvchisiga duch bo'ladi, boshqa tomondan, dekaning qaytma-ilgarilanma harakati ta'siri ostida material qatlami silkitiladi va segregatsiyaga duch bo'ladi. Segregatsiyada mineral zarralar qatlam balandligi bo'ylab quyidagi ketma-ketlikda taqsimlanadi: pastki qatlamda og'ir mineralning eng yengil zarralari to'planadi; ular ustiga og'ir mineralning yirik zarralari joylashadi; bu qatlam ustiga unga qisman kirib, yengil mineralning mayda zarralari joylashadi; eng yuqori qatlamni yengil mineralning yirik zarralari egallaydi. Material qatlamida mineral zarralarning bunday joylashuvida og'ir mineral zarralari deka bilan yaxshi aloqada bo'ladi va katta tezlik bilan deka bo'ylab siljiydi, bunda suv yuvish oqimining eng kam ta'sirini his etadi, chunki yengil mineral zarralari bilan qoplangan bo'ladi.

Yengil mineral zarralari segregatsiyada yuqori qatlamni egallab, suv yuvish oqimining eng yuqori ta'sirini his etadi va og'ir mineral zarralariga qaraganda katta tezlik bilan dekaga ko'ndalang harakatlanadi. Shunday qilib, mahsulotlar yelpig'ichi rifellar bilan qoplangan deka bo'ylab materialning o'tishida shakllana boshlaydi va rifeldan bo'sh bo'lgan deka maydonida oxirigacha shakllanadi.

Zarralar yirikligining keng ko'lamida og'ir mineral zarralari bilan hosil bo'lgan yelpig'ich (mayda zarralar yelpig'ichning yuqori qismida, yiriklari pastki qismida) qisman yengil mineral zarralaridan hosil bo'lgan zarralar yelpig'ichi bilan yopiladi. Yengil mineral zarralari yelpig'ichining og'ir mineral zarralari yelpig'ichiga qoplanishi fakti oraliq mahsulot ajralib chiqishi zarurligiga olib keladi, agar faqat og'ir mineral zarralari mavjud yuqori sifatli konsentrat olish masalasi qo'yilsa. Bu holatda oraliq mahsulot takroriy boyitishga duch qilinadi. Tor (cheklangan) sinflarni boyitish holatida yelpig'ichlar qoplanishi juda kam bo'lishi mumkin, bu ajralishning yuqori samaradorligida yuqori sifatli konsentratlar olishni yengillashtiradi.

Qumli stollar dekalari kenglikning ular uzunligiga 1:2,5(2,7) kabi nisbati bilan tavsiflanadi. Shlamli stollarda bu nisbat taxminan 1:1,5 tashkil etadi. Stollar dekalari turlicha geometrik shakllarda bo'ladi: to'g'ri burchakli, trapesiyasimon va rombiksion (diagonal).

Konsentratsion stollar tayanch va tayanch-osma turlarga bo'linadi.

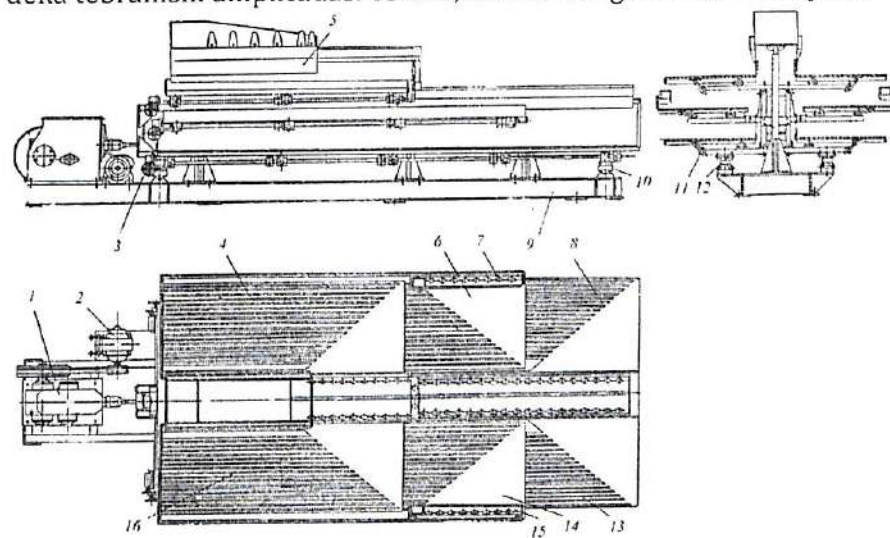
Tayanch stollar podshipniklar yoki resorlar bilan qo'zg'almas ramaga tayanadi. Tayanch-osma stollarda dekali qo'zg'aluvchan ramalarda qo'zg'almas ramaga osilgan. Tayanch-osma stollar qo'zg'aluvchan rama bilan birga qo'zg'almas ramaga osilgan debalansli yuritmalar bilan jihozlangan. Tebranma konsentratsion stollar bir-, ikki-, uch-, yoki ko'p dekali (6 ta dekagacha) tayyorlanadi.

Ko'p dekali stollarda dekalarni tartibga solish avtonom amalga oshiriladi. Bunday stolning barcha dekalari parallel ishlashi mumkin, unda stolning unumdorligi dekalarni soniga proporsional; yoki parallel-ketma-ket oshadi, unda bitta ko'p dekali stolda asosiy operatsiyalar-

dan, qayta tozalash yoki nazorat operatsiyalardan iborat boyitish sxemasini amalga oshirish mumkin. Bunday stollarga uch yarusli, YaSK-1B turidagi qavatlangan olti dekali tayanch stol kiradi, 7.10-rasm.

7.11-rasmda diagonal dekali SK-22 uch dekali tayanch-osma konsentratsion stol berilgan. Tayanch stollarning eksentrik-richagli yuritmasi va tayanch-osma stollarning inersiyali (debalansli) yuritmasining yuritmalari mexanizmi sxemalari 7.12 va 7.13-rasmlarda berilgan.

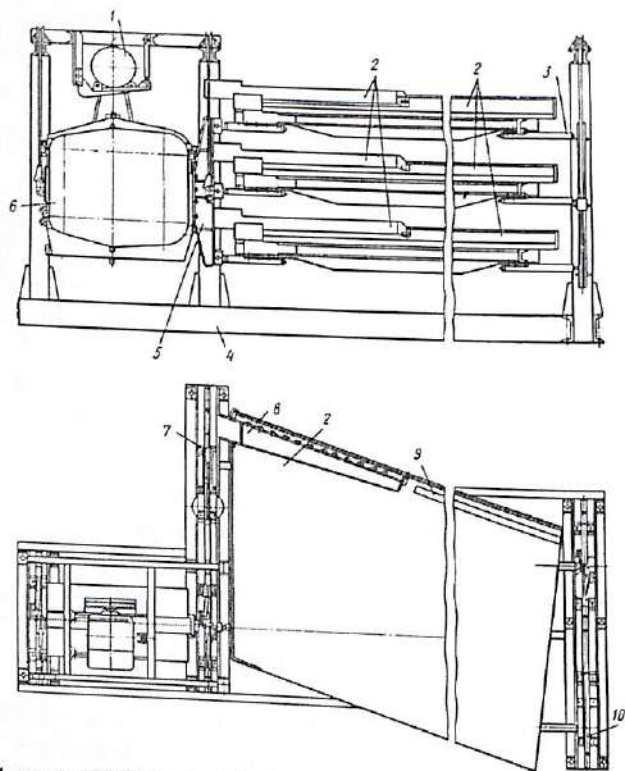
Eksentrik-richagli yuritma eksentrik valdan va shayindan (tirsakli richagdan) iborat, gorizontallik richag eksentrikka qisiladi. Shayinning vertikal richagiga xomut kiydirilgan, qaysiki u rostlovchi vint yordamida richag bo'ylab yuqoriga yoki pastga siljishi mumkin. Xomut tebranma stolning qo'zg'aluvchan ramasi bilan tortqi (tyaga) orqali bog'langan. Xomut yuqoriga ko'tarilganda vertikal richagda deka tebranishi amplitudasi oshadi, xomut tushganda esa kamayadi.



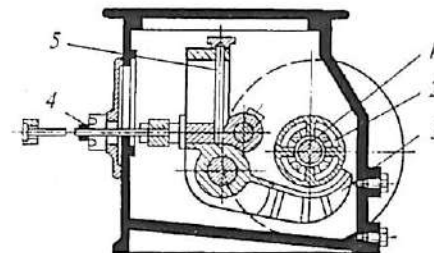
7.10-rasm. Uch yarusli YaSK-1B turidagi qavatlangan olti dekali stol:

- 1 - yurituvchi mexanizm; 2 - elektrovigatel; 3 - kren mexanizmi;
- 4 - deka; 5 - bo'tana va suv uchun markaziy nov (ariq); 6 - o'ngdagi o'rta deka;
- 7 - suv uchun o'ngdagi ariq; 8 - pastki o'ng deka; 9 - rama; 10 - sirpanuvchi tayanch;
- 11 - ko'taruvchi richag; 12 - rezino-metallii barmoqcha; 13 - pastki chap deka; 14 - chapdagi o'rta deka; 15 - suv uchun chapdagi ariq; 16 - tepadagi chapdagi deka.

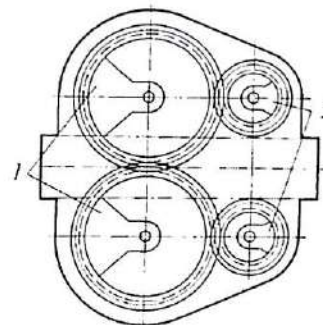
Tayanch-osma stollarning debalansli (inersion) yuritmasi debalansli ikki juft shesternyalardan iborat. Katta shesternyalar bir biri bilan tutashgan, har bir kichigi esa katta shesternyalardan biri bilan tutashgan. Shesternyalardan biri elektrodvigatel bilan birikkan. Katta shesternyalardagi tishlari soni kichik shesternyalar tishlari sonidan ikki marta ko'p, shuning uchun kichik shesternyalarning aylanishlari soni katta shesternyalar aylanishi sonidan ikki marta ortiq. Inersion yuritmaning bunday tuzilishi butun yuritmaning chiziqli assimetrik tebranishlarini yaratish imkonini beradi, bu tebranishlar konsentratsion stol dekalari mahkamlangan qo'zg'aluvchan ramaga uzatiladi.



7.11-rasm. SK-22 uch dekali tayanch-osma konsentratsion stoli:
1 – elektrdvigatel; 2 – dekalari; 3 – dekalari traversasi; 4 – tayanch rama;
5 – yuritgich traversasi; 6 – yurituvchi mexanizm; 7 – qarshi yuk; 8 – ta'minlovchi ariq;
9 – yuvuvchi suv uchun ariq; 10 – kren mexanizmi.



7.12-rasm. Tebranma stollarning eksentrik-richagli yuritmasi sxemasi:
1 – eksentrikli val; 2 – rolik; 3 – tirsakli richag; 4 – tyaga; 5 – sozlovchi vint.



7.13-rasm. Tayanch-osma tebranma stollarning inersiyali (debalansli) yuritmasining mexanizmi sxemasi:
1 – debaansli katta g'ildirak; 2 – debaansli kichik g'ildirak.

Tebranma konsentratsion stollarning texnologik va tuzilmaviy o'lchamlari.

Konsentratsion stollarda boyitish tartibini belgilovchi asosiy o'lchamlar boyitiladigan mahsulot yirikligi va uning modda tarkibi – dastlabkida og'ir mineral miqdori va og'ir va yengil minerallar zichligi bo'yicha farq qilishi hisoblanadi.

Konsentratsion stollarda 2,5 dan ortiq suv zichligiga kamaytirilgan og'ir va yengil minerallar zichliklari nisbatida rudalar samarali boyitiladi. Agar bu nisbat 1,75–2,5 chegaralarla bo'lsa, unda dastlab-

ining 0,15 – 0,07 mm yirikligida stollarda samarali boyitish mumkin. 1,5 kam nisbatda stollarda boyitish qiyin yoki umuman mumkin emas.

Samaradorlikni oshirish uchun dastlabki ruda (3–0 mm) tor (cheklangan) sinflarga bo'linadi va albatta shlamsizlantiriladi – 0,02 (0,03)–0 mm sinflar ajratiladi, chunki shlamlarning bo'lishi boyitish ko'rsatkichlarini pasaytiradi.

Stollarda boyitishda zarralar shakli muhim ahamiyatga ega. Og'ir zarralarning bir xil massasida ularning solishtirma yuzasi ortishi bilan (shakl koeffitsienti qiymatlari kamayishi bilan) mineral zarralar yelpig'ichning pastki qismiga, oraliq mahsulotga yoki chiqindilarga "sirg'alib tushadi".

Ta'minlanishda massa bo'yicha qattqlik miqdori, odatda, 20-30 % tashkil etadi.

Sozlanadigan o'lchamlari.

Yuvish suvi sarfi, odatda, dastlabki mahsulotning 1 dan 2 m³/t gachasini tashkil etadi.

Tebranishlar soni (*n*) deka yurishi uzunligi (*l*). Dag'al zarrali mahsulotlarni boyitishda deka tebrashini amplitudasi mayda zarrali dastlabki mahsulotni boyitishga qaraganda yuqori (katta) bo'lishi lozim.

Konsentratsion stollar ishlashi amaliyoti asosida quyidagi empirik bog'liqliklar aniqlandi:

$$l = 18 (d_{\max})^{1/4}, \text{ mm}; \quad (7.6)$$

$$n = 250 / (d_{\max})^{1/5}, \text{ daqiqa}^{-1}, \quad (7.7)$$

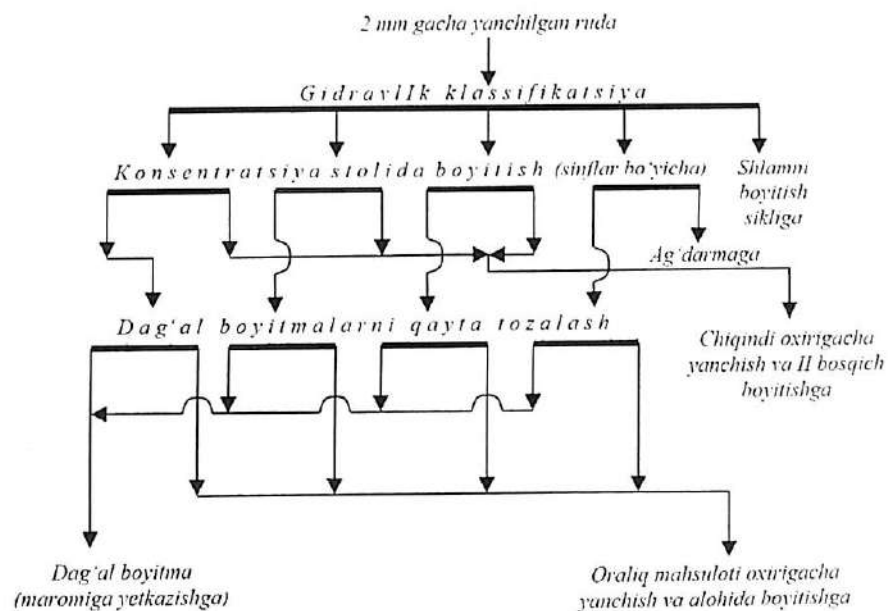
bunda, $d_{\max}$ – dastlabki zarralarning eng katta o'lchami.

Stol dekasining ko'ndalang qiyalik burchagi.

Dag'al zarrali materiallarni boyitishda deka qiyalik burchagi 4 – 8° chegaralarda, shlamli stollar uchun esa 1,5 – 2,5° ko'lamda qabul qilinadi. Dekaning ko'ndalang qiyaligi bo'lmasligi dekada materialning qatlamlarga ajralishini buzadi va yelpig'ich hosil bo'lmaydi. Dekaning o'ta qiyaligi konsentratli yelpig'ichni pastga siljitadi va uni toraytiradi. Bunda chiqindili qimmatbaho komponent talafoti ortadi va konsentrat sifati pasayadi.

Deka qiyalik burchagi va yuvish suvi xarajatlari o'zaro bog'liqdir, ular suv oqimini – balandligi va tezligini shakllantiradi, va shuning uchun ular *asosiy tartibga soluvchi o'lchamlar* hisoblanadi.

Stol dekasining bo'ylama qiyalik burchagi montaj qilishda va sozlashda belgilanadi va alohida ehtiyojsiz tartibga solinmaydi. Shlamli stollar uchun, odatda, bir necha daqiqadan 1 gradusgacha manfiy qabul qilinadi, qumlilar uchun esa +(1-2)°, ya'ni, material deka atrofida "yuqoriga" harakatlanadi.



7.14-rasm. Qalay tarkibli rudalarni boyitishning prinsipial sxemasi

Dastlabki mahsulot bo'yicha stollar *unumdorligi* dastlabkining yirikligiga va stol dekasi o'lchamlariga (maydoniga) bog'liq. Tajriba ma'lumotlari bo'yicha rudalarni boyitishda tebranma stollarning solishtirma unumdorligini (*q*) taxminan quyidagi ifodadan aniqlash mumkin, t/s·m²:

$$q = 0,2 d_{\max}, \quad (7.8)$$

bunda, $d_{\max}$ – dastlabkida zarralarning eng katta o'lchami, mm.

7.14-rasmda konsentratsion stollarda 2-0 mm yiriklikdagi tarkibida qalay mavjud rudalarni boyitishning asosiy sxemasi ko'rsatilgan.

Rudani boyitishga tayyorlash "tor(cheklangan)" sinflarni olish bilan gidravlik tasniflash yordamida amalga oshiriladi. Asosiy konsentratsiyaning konsentratlari boyitishning ikkinchi bosqichiga kiradigan tayyor konsentrat va oraliq mahsulotni olish bilan qayta tozalashga duch qilinadi.

32-§. Torayib boruvchi novlarda va konusli separatorlarda boyitish

Boyitish suv oqimida sodir bo'ladigan oqimli apparatlarga oqimli (torayadigan) novlar va konusli separatorlar kiradi.

Oqimli nov (7.15-rasm) gorizontga tor qismi bilan pastga 15-20° burchak ostida o'rnatiladigan tekis silliq ostli qisqa ponasimon novdan iborat. Novlarning eng ko'p tarqalgan o'lchamlari quyidagicha: yuklash oxirida uzunligi 600-1500 mm, eni 230-750 mm, tushirishda esa 20-60 mm. Novning tushirish oxirining osti bo'tananing yaxshi yelpig'ichlanishi uchun qayrilishga ega.

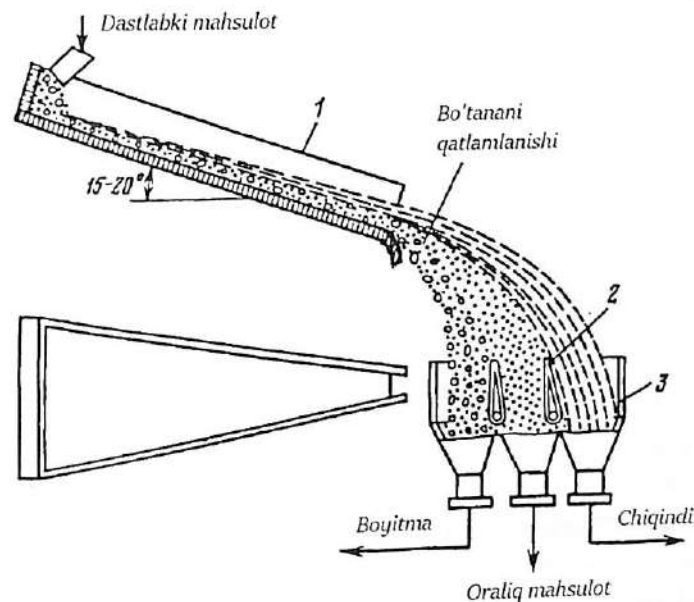
Massasi bo'yicha 50-60 % qattqlik miqdorili bo'tana novning yuqoridagi keng oxiriga yuklanadi va u tor tushirish oxiriga oqadi. Oqim balandligi novning torayishi tufayli yuklash oxirida 1,5-2 mm dan, tushirish oxirida 7-12 mm gacha ortadi.

Nov bo'ylab bo'tana oqimining o'rtacha tezligi hajmiy unumdorlikka bog'liq va 0,3-1 m/s chegaralarda bo'ladi. Oqim harakati xususiyati nov boshida laminardan nov oxirida girdobligacha o'zgaradi.

Ta'minlanishda qattqlikning yuqori miqdori natijasida bo'tana nov bo'ylab suspenziya (vzves) holatida harakatlanadi, qaysiki nov bo'ylab harakatlanish vaqtida zarralar zichligi bo'yicha qatlamlarga ajraladi, biroq oqimning torayishi uning birmuncha girdoblanishiga

olib keladi, bu uzunlikni, shuningdek, torayadigan novlarning boshqa o'lchamlarini cheklaydi.

Bo'tana novdan tushishda vertikal tekislikda mahsulotlar yelpig'ichini hosil qiladi. Yelpig'ichning pastki qismida og'ir mineral zarralari, yuqorisida yengil mineral zarralari to'planadi. Yelpig'ich bo'luvchi plastinalar bilan qabul qilish joylariga jo'natiladigan og'ir fraksiyaga, sanoat mahsulotiga va yengil fraksiyaga kesib ajratiladi.



7.15-rasm. Torayib boruvchi nov:

1 – torayib boruvchi nov; 2 – qatlamlarni ajratuvchi moslama;
3 – boyitish mahsulotlari uchun qabul qilgichlar

Kam o'lchamliligi tufayli torayadigan nov yuqori unumdorlikka ega. Shuning uchun ular batareyaga yig'iladi: bitta sathda, lekin biriga qarama-qarshi o'rnatiluvchi torayadigan novlarning ikkita qatori (8.19-rasm). Ba'zan torayadigan nov ostiga og'ir fraksiyaga ega bo'lgan bo'tananing ostidagi qatlam jarayonidan chiqishi uchun

ko'ndalang tirqishlar qilinadi, bu 7.16-rasmda ko'rsatilgan. Tirqishlar o'lchami (kengligi) rostlanadi. GIREDMET oqimli konsentrator (7.16-rasmga qarang) ikkita yarusga o'rnatilgan 24 ta torayadigan novlardan iborat. Ostdagi qatlam jarayonidan chiqarish uchun ko'ndalang tirqishlar orqali torayadigan novlar ostida qo'shimcha tarzda qabul qilgichlar o'rnatiladi. Ko'ndalang tirqishlar orqali ost qatlamning chiqishi dastlabki mahsulotda og'ir fraksiyalarning nisbatan yuqori miqdori holatida amalga oshiriladi. Jarayondan og'ir fraksiyalarni chiqarishning bu usulidan foydalanish tushirish tirqishlari sonini va o'lchamlarini (kengligini) yaxshilab tartibga solishni talab etadi.

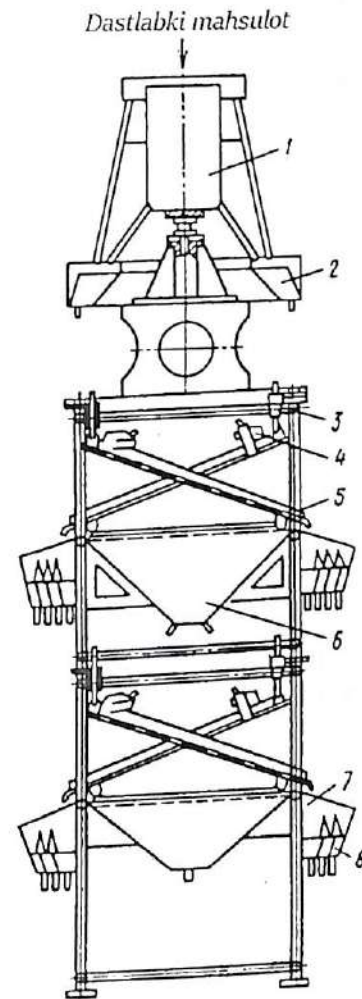
Torayadigan novlarni birlashtirishning boshqa yechimi *konusli separatorlar* yoki *konusli konsentratorlarning* yaratilishiga olib keldi (7.17-rasm), ularning ishchi yuzasi to'ntarilgan kesik konusdan iborat. Bu holatda ag'darilgan kesik konus yagona torayadigan novdan iborat.

Konusli konsentratorlar konus asosining 2 dan 3,6 m gacha diametriga ega, kesik qism diametri (markazda) 400 mm ga yaqin, konus gorizontal tekislik bilan hosil qiluvchi burchak 14-20° chegaralarda bo'ladi. Konusli konsentratorlar bir-, ikki-, uch- va olti yarusli bo'lishi mumkin. Bir nechta yaruslarda konuslarning bir-birining ustiga o'rnatilishi ishlab chiqarish xonasining bir xil maydonini egallaydigan konsentratorlar unumdorligini oshirish, va bundan tashqari bitta separatorda boyitish sxemasini amalga oshirish imkonini beradi. Yuqori yarusda asosiy separatsiya, ikkinchisida konsentratlarni qaytadan tozalash, pastkida esa asosiy separatsiyaning nazoratli separatsiyasi amalga oshiriladi.

Xorij tuzilmasidagi konsentratorlar ko'pincha oqimli novlarning aylana joylashuvidan (konus yuzasi bo'ylab) foydalaniladi. Masalan, Naprimer, «Kennona» konsentrator (AQSh) 2,2 m diametrli to'ntarilgan konus yuzasida joylashgan 125x15x900 mm o'lchamli 48 ta torayadigan novlardan iborat.

Torayadigan novlar va konusli separatorlar noyob metallarning sochilmali va tub rudalarini oldindan boyitish uchun, shuningdek, qurilish qumlarini yirikligi bo'yicha tasniflash uchun qo'llaniladi.

Boyitiladigan material yirikligi: eng yuqorisi 2 mm; eng kami 0,05 mm. Dastlabkida 0,05 mm dan kam yiriklikdagi zarralar mavjudligida oxirgilari yelpig'ichning butun balandligi bo'ylab bir tekis taqsimlanadi.

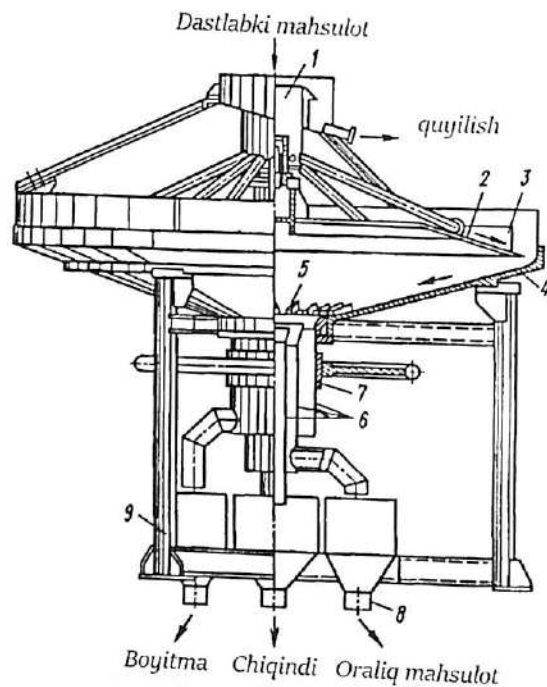


7.16-rasm. GIREDMET oqimli konsentratori:

1 - bo'tanani taqsimlagich; 2 - taqsimlovchi ariq; 3 - novning qiyaligini sozlaydigan vintli mexanizm; 4 - tinchlantiruvchi quti; 5 - torayib boruvchi nov; 6 - boyitmani qabul qilgich; 7 - bo'lgich; 8 - chiqindini qabul qilgich

Bu apparatlar yuklanish tebranishlariga va dastlabki bo'tana zichligiga juda ta'sirchan. Shuning uchun undan foydalanishda apparatlarning miqdori va sifati bo'yicha doimiy ta'minlanishiga katta e'tibor beriladi.

Torayadigan novlar va konusli separatorlarning unumdorligi boyitiladigan tarkibning yirikligiga va mineral tarkibiga bog'liq ravishda o'zgaradi va novlarning 1 m² ishchi maydoniga 0,9–5,5 t/s chegaralarda bo'ladi.



7.17-rasm. Bir yarusli konusli separator:

1 – bo'tanani qabul qilgich va taqsimlagich; 2 – taqsimlovchi konusli halqa;
3 va 5 – barqarorlashtiruvchi to'siqlar; 4 – ishchi konus; 6 – mahsulotlarni bo'shatish uchun quvurlar; 7 – shturval; 8 – qabul qiluvchi novlar; 9 – rama

Ushba apparatlarning solishtirma unumdorligi empirik formula bo'yicha taxminan hisoblanishi mumkin, t/s

$$q = K d_{sr} (\delta_{og'ir} - 1000) / (\delta_{engil} - 1000), \quad (7.9)$$

bunda, q – solishtirma unumdorlik, t/m²·s; K – 10-14 teng bo'lgan va boyitiladigan material yirikligiga bog'liq bo'lgan koeffitsient; $d_{o'rt}$ – boyitiladigan material zarralarining o'rtacha o'lchangan o'lchami, mm; $\delta_{og'ir}$ i δ_{engil} – ta'minlanishdagi og'ir va yengil minerallar zichligi, kg/m³.

Umumiy unumdorlikni aniqlash uchun solishtirma unumdorlikni apparatning ishchi yuzasi qiymatiga ko'paytirish lozim.

Torayadigan novlar va konusli separatorlarda boyitishda bitta operatsiyada faqat og'ir minerallardan iborat bo'lgan tayyor mushtarak konsentratni olish mumkin emas. Shuning uchun boyitishning konsentratlarni qayta tozalashni, chiqindilarning nazoratli separatsiyasini ko'zda tutuvchi kengaytirilgan sxemalaridan foydalaniladi bu boyitishning yuqori ko'rsatkichlarini olish imkonini beradi: og'ir minerallarning jami 70-90 % miqdorida konsentratga 80-90 % og'ir minerallar ajratib olish. Sochilma konlarning, masalan, dengiz qumlarining rudalarini boyitishda boyitishning eng yaxshi ko'rsatkichlariga erishiladi. Avval qo'llangan vintli separatorlar o'rniga konusli konsentratlardan foydalanganda boyitishni muvaffaqiyatli almashtirish holatlari xorij amaliyotidan ma'lumdir. Tur o'zgartiradigan «Kennon» konsentratorida gravitatsion jarayonning flotatsiya bilan birlashtirish holatlari ham ma'lumdir. 20 % qattqlik miqdorili reagentlar bilan aralashtirilgan bo'tana novning g'ovak uchastkasi bo'ylab o'tadi, u orqali past bosimli havoni pufkaydi. Novning tushirish oxirida oqim uchta qatlama bo'linadi: flotatsiyalangan minerallar yuklangan – yuqori qatlam; yengil minerallardan iborat o'rta qatlam va flotatsiyalanmaydigan og'ir minerallardan iborat pastki qatlam.

VIII BOB. MARKAZDAN QOCHMA MAYDONDA BOYITISH

33-§. Vintli separatorlarda boyitish

Vintli separator (8.1-rasm) vertikal o'q atrofidagi spiral bo'ylab o'ralgan qo'zg'almas silliq qiya novdan iborat. Ko'ndalang kesim yon tomoni (novning vertikal tekislik bilan kesishishidan hosil bo'lgan) yarim o'qlar, aylana yoki qiya to'rtli chiziqlarning turli nisbatli gorizontalar yoki vertikal ellips elementidan iborat.

Bo'tana novning yuqori qismiga beriladi va og'irlik kuchi ta'siri ostida u bo'ylab nisbatan tiniq, chuqurligi har xil oqim bo'yicha oqib tushadi.

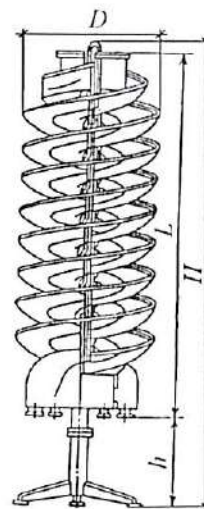
Bo'tananing spiral nov bo'ylab harakatlanishida butun bo'tana oqimiga va har bir mineral zarraga gravitatsion va gidrodinamik kuchlardan tashqari, markazdan qochirma kuchlar ham ta'sir etadi, ular oqimga quyidagi o'ziga xos xususiyatlar beradi.

1. Oqim ko'ndalang kesimning o'ziga xos o'roqsimon shakli bilan (yon tomon ko'rinishi) bilan gorizontga nisbatan qiya holatni qabul qiladi (8.2-rasm).

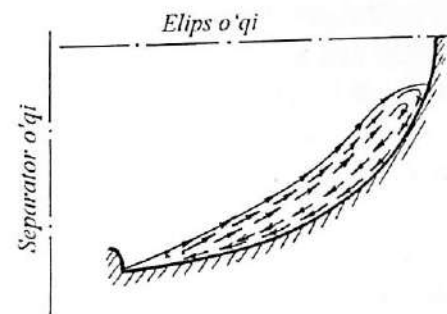
2. Ko'ndalang kesimning turli zonalarida oqim chuqurligi turlicha: ichki yon tomonda kam, tashqi yon tomonga yaqin bo'lgan o'rta qismda – juda katta.

3. Ko'ndalang kesimning turli zonalarida oqim tezligi ham turlicha. Oqimning eng yuqori bo'ylama tezligi tashqi yon tomonda sodir bo'ladi va 1,5–2,0 m/s yetadi, ichki yon tomonda esa juda kam – 0,1–0,2 m/s. Oqim balandligi bo'yicha elementar qatlamlar tezligi ham, xuddi to'g'ri chiziqli oqimlar singari har xil.

4. Vintli novda oqim chuqurligi bo'ylab oqim tezliklari va namlanish perimetrlari bo'ylab farqlanishlar tufayli aylanma oqimlar yuzaga keladi. Oqimning yuqori qatlami aylanish o'qidan uzoqlashadi, pastkilari esa vintli yuzaning eng katta qiyaligi yo'nalishida siljiydi.

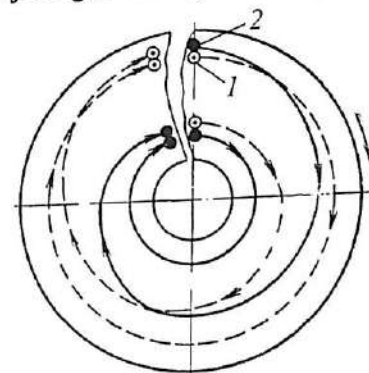


8.1-rasm. Vintli separator



8.2-rasm. Bo'tana oqimining ko'ndalang kesimi

Ostdagi qatlamda harakatlanayotgan og'ir mineral zarralarining novning ichki yon tomoniga siljishiga yordam beradigan oqimning ko'ndalang aylanishi yuzaga keladi (8.3-rasm).



8.3-rasm. Vintli nov bo'ylab mineral zarralarning harakati sxemasi:

1 – yengil zarralar; 2 – og'ir zarralar

Oqimning ko'ndalang aylanmasi tezligi tashqi yon tomonda 0,3–0,4 m/s va ichki yon tomonda 0,1–0,13 m/s tashkil etadi. Shunday qilib, bo'tana oqimi vintli nov bo'ylab vertikal o'q atrofida aylanadi va

bir vaqtning o'zida spiral (bo'ylamaning o'zi) o'qi atrofida ham aylanadi. Bo'tana oqimi o'zining bo'ylama o'qi bo'ylab to'liq aylanishni taxminan vertikal o'q bo'ylab bir yarim aylanish orqali, ya'ni, vintli novning bir yarim o'ramida amalga oshiradi. Og'ir minerallarning eng yuqori 2-3 mm yirikligidagi 8-12 mm gacha yiriklikdagi rudalar uchun qo'llaniladigan vintli separatorlar mavjud. Boyitiladigan material yirikligining pastki chegarasi - 0,07 mm. Rudaning shlamli qismi - minus 0,07 mm vintli shlyuzlarda boyitiladi, ular novining gorizontga 5° burchak ostida to'g'ri chiziq ko'rinishidagi ko'ndalang kesim shakli bilan ajralib turadi.

Mamlakatimizning vintli separatorlari (SV) va vintli shlyuzlari (VSh) silumindan tayyorlanadi yoki armosementdan qilinadi va rezina bilan qoplanadi. Har bir separator bir-birining ustiga o'rnatilgan ikkita, uchta yoki to'rtta vintli novlardan iborat. Vintli shlyuzlarda novlar soni bittadan beshtagacha o'zgarib turadi. Vintli novlar yoch yoki to'rt o'ramdan iborat. Har bir nov bo'tananing novga chiqishida uning tezligini so'ndirish uchun o'zining surilma qopqoqli bo'tana qabul qilinishiga ega. Nov balandligi bo'ylab bir nechta joylarida va albatta nov oxirida toza yuvish suvini berish uchun qurilma o'rnatiladi. Yuvish suvi og'ir mineral zarralari oqimidagi yengil mineral zarralarini yuvish uchun novning ichki yon tomonidan beriladi.

Novning pastki qism oxiriga konsentrat, sanoat mahsulotlari va chiqindilar ajralib chiqishi uchun bo'tana oqimini kesuvchi qo'zg'aluvchan pichoqlar o'rnatiladi.

Vintli separatorlar va shlyuzlar vintli novining tashqi diametri bilan tavsiflanadi. Sanoat separatorlari va shlyuzlari 250; 500; 600; 750; 1000; 1500; 2000 mm.diametrlarga ega bo'lishi mumkin.

Vintli separatorlar quyidagilarda qo'llaniladi: a) noyob metallar, ilmenit, rutil, sirkon, monatsit va boshqa minerallar sochilmalarini keyinchalik boshqa usullar bilan oxirigacha boyitib (me'yoriga yetkazib) xomaki konsentrat olish bilan oldindan boyitish; b) noyob metallar rudalarini flotatsiyadan oldin jarayon boshida konsentratlar olish bilan boyitishda, shuningdek, flotatsiya chiqindilaridan noyob

metallarni yo'l-yo'lakay ajratib olishda; v) kuchsiz magnitli temir rudalarini mustaqil yoki flotatsiya, magnitli separatsiya bilan birgalikda og'ir muhitlarda boyitish bilan boyitishda. Ayniqsa, magnetit-gematitli rudalarni boyitishda vintli separatorlardan foydalanish muvaffaqiyatlidir, ularda foydali minerallarning asosiy massasini ochish maydalashning 1,2-0,6 mm yirikligida; g) 0,5÷2,0 mm sinf ko'mirlarini boyitishda yengil fraksiyada tayyor ko'mir konsentratini olish bilan sodir bo'ladi.

Vintli separatorlarda boyitish natijalari dastlabki mahsulotning oldindan tasniflanishida yaxshilanadi. Dastlabki rudani separatsiyaga tayyorlashning asosiy sharoiti dastlabki mahsulotni shlamsizlan-tirishdir.

Dastlabki mahsulotda qattqlik miqdori quyidagicha saqlanadi: sochilmalarni boyitishda 15-25 % (massasi bo'yicha); tub rudalarni boyitishda 30-40 %. Dastlabki bo'tanada qattqlik miqdorining eng kam joiz bo'lgan chegarasi 6-8 % tashkil etadi.

Novning ichki yon tomonidan beriladigan yuvish suvining sarfi bitta separatorga 0,2-1,0 l/s tashkil etadi.

Vintli separatorlar unumdorligi novlar soniga, spirali diametriga boyitiladigan materialning tarkibi va yirikligiga bog'liq bo'lib, 1 dan 75 t/s. gacha o'zgarib turadi. Separatorning unumdorligini taxminan quyidagi emperial formula bo'yicha hisoblash mumkin, t/s

$$Q = K_{\text{H}} \delta_{\text{H}} D^2 n \sqrt{d_{\text{max}} (\delta_2 - 1000) / (\delta_1 - 1000)} 10^{-3}, \quad (8.1)$$

bunda, K_{H} - dastlabki material boyitilishiga bog'liq koeffitsient, $K_{\text{H}} = 0,4 \div 0,7$; δ_{H} , δ_2 , δ_1 - mos ravishda dastlabki, og'ir va yengil minerallar zichligi, kg/m³; D - separator diametri, m; n - novlar soni; d_{max} - dastlabkida mineral zarralarning eng katta o'lchami, mm.

34-§. Markazdan qochirma saralagichlarda boyitish

20-yuz yillikning oxirgi o'n yilliklarida sof oltin, shuningdek, og'ir minerallardan (masalan, kassiteritdan) iborat sochilmali rudalarni boyitish amaliyotida markazdan qochirma konsentratlar qo'llana

boshlandi. Markazdan qochirma konsentratorlarda suv oqimida mineral zarralarni ajratish qoidasidan foydalaniladi, lekin ajratish jarayoni markazdan qochirma maydonda amalga oshiriladi.

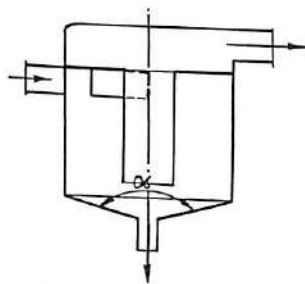
Minerallar ajralishi zonasida markazdan qochirma maydon hosil qilish ularning vaqt bo'ylab ajralish jarayonini ancha tezlashtiradi va bu jarayonni kichikroq o'lchamli apparatlarda amalga oshirish imkonini beradi.

Markazdan qochirma konsentratorlarning markazdan qochirma maydon hosil qilish qoidasi bo'yicha farq qiladigan ikkita turi mavjud.

1. Qisqa konusli boyitish siklonlari, bunda dastlabki bo'tana bosim ostida beriladi.

2. sentrifugal turidagi bosimsiz markazdan qochirma konsentratorlar.

Boyitish sikloni (8.4-rasm), tasniflovchi siklon kabi silindrli va konusli qismlardan iborat. Tasniflovchidan farqli ravishda boyitish sikloni konuslilikning katta burchagiga – 90 dan 120 gacha (140°) ega. Biroq, boyituvchilar sifatida konuslilik burchagi 20° tasniflovchi siklonlardan foydalanganlik holatlari ma'lumdir.

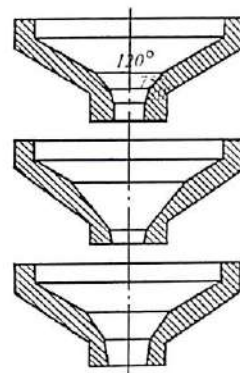


8.4-rasm. Qisqa konusli boyitish sikloni

Siklonida konuslilik burchagi o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Masalan, xorij amaliyotidan ma'lumki, tarkibida qalay mavjud dengiz qumlarini boyitish uchun konuslilikning o'zgaruvchan burchagili «Trikon» turidagi boyitish siklonlaridan foydalanilgan (8.5-rasm).

Markazdan qochirma konsentrator – boyitish sikloni suyultirilgan bo'tanalarda, ya'ni, S:Q 10:1 dan 20:1 gacha nisbatlarda yaxshi ishlaydi.

Siklonga kirishda bo'tananing maqbul bosimi $(0,5 \div 1) \cdot 10^5$ Pa chegaralarda bo'ladi. Nisbatan yirik materialni boyitishda kamroq bosim, mayda zarrali materialni boyitishda kattaroq bosim qabul qilinadi.



8.5-rasm. «Trikon» turidagi boyitish siklonlari turlari

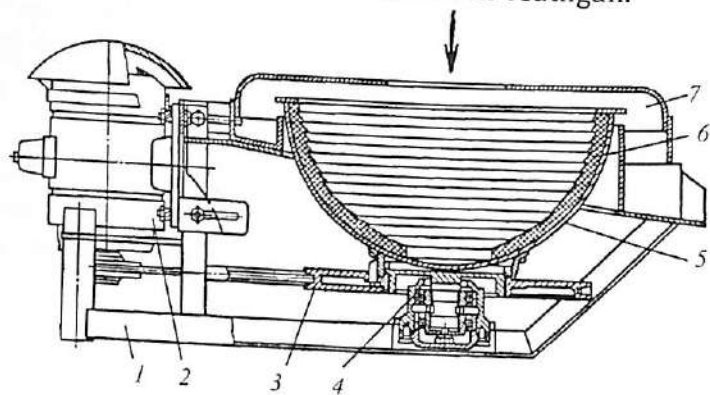
Qumli va quyilma patrubbkalar diametri nisbati – apparat ishlashidagi asosiy tartibga soluvchi o'lcham. Bu o'lchamning maqbul qiymati boyitiladigan materialning yirikligiga va undagi og'ir fraksiya miqdoriga bog'liq holda, 0,15 dan 0,3 (0,4) gacha chegaralarda bo'ladi. Tasniflovchilardan farqli ravishda boyitish siklonlari qumli o'rnatmalarining kam diametri bilan qum tiqilmasdan ishlashi mumkin. Bunda qumlar bo'yicha solishtirma unumdorlik tasniflovchilarga qaraganda bir necha marta kam bo'ladi.

Siklonga kiradigan bo'tana oqimi aylanib, pastga tushadi. Mineral zarralar markazdan qochirma kuchlar ta'siri ostida qatlamlarga ajraladigan yuqori zichlikdagi bo'tana qatlamini hosil qilib, siklon devorlariga siljiydi. Pastki devordagi qatlamda og'ir zarralar to'planadi,

qaysiki ular konusli qismda oqim osti bo'ylab siljiydi va qumli teshik orqali tushiriladi.

Sentrifugal turidagi *markazdan qochirma konsentratorlar* sof oltin mavjud rudalarni boyitishda keng qo'llaniladi: sochilmali konlarni aniqlashda va qazib olishda, rangli metallar rudalarini boyitishda flotatsiyadan oldin yoki flotatsiya fabrikalari chiqindilaridan oltinni yo'l-yo'lakay ajratib olishda va b. larda.

Hozirgi vaqtda rotorning o'lchamlari va shakli bilan, rotor ichki devoridagi halqali rifellar turi va o'lchamlari bilan farq qiladigan qator konsentratorlar –sentrifugal mavjud. Rotori yarim shar shaklga ega sanoat konsentratorlaridan biri 8.6-rasmda ko'rsatilgan.



8.6-rasm. Rotori yarim shar shaklga ega sanoat konsentratori – sentrifuga:
1 – rama; 2 – elektrodvigatel; 3 – shkv; 4 – podshipnik; 5 – rotor; 6 – futerovka; 7 – qopqoq

Rotorga rezinali qo'yilma – qoplama o'rnatiladi. Rotor ponali kamarli uzatish vositasida elektrodvigatel bilan aylantiriladi. Dastlabki bo'tana yuqoridan kosa-rotorning markaziy pastki qismiga beriladi. Markazdan qochirma maydon ta'siri ostida bo'tana rotor bilan birga aylanib, o'z oqimida pastdan yuqoriga erkin yuza hosil qiladi. Bunda bo'tana rotor aylanishidan orqada qoladi va spiral bo'ylab harakatlanadi. Bo'tana tomonidan bosib o'tiladigan yuklash joyidan rotorning quyish chetigacha bo'lgan yo'l rotor kosasi hosil qiladigan chiziqdan

uzunroq. Ancha og'ir minerallar (metallar) zarralari oqim "ostiga", ya'ni, rotor devorlarida, rifellar o'rtasidagi bo'shliqqa cho'kadi va u yerda to'planadi. Rifelning rezinali yuzasi tutib qoladigan konsentratni tushirish uchun kosa to'xtatiladi va chayqash amalga oshiriladi. Shunday qilib, markazdan qochirma konsentratorlar - sentrifugal shlyuzlar ishlaydigan qoida asosida ishlaydi. Ularni *markazdan qochirma shlyuzlar*, deb atasa ham bo'ladi.

Boshqa konsentratorlar, 8.6-rasmda ko'rsatilgandan farqli ravishda, konuslilik yoki silindrlilikning kichik burchagili to'ntarilgan kesilgan konus shaklidagi rotorga ega bo'ladi. Ular halqali rifellari balandligi va ularning shakli bilan farq qilishi mumkin.

Xorij tuzilmalaridan «Nelson» markazdan qochirma konsentratori sanoatda qo'o'lanilishga ega. Uning asosiy farqi shundaki, kuchsiz konusli rotorga cho'kkan mineral o'rindiqli rotor korpusiga teshiklar orqali beriladigan suv bilan qo'shimcha yuviladi. Bunday yechim konsentratsiya darajasi oshishiga, ya'ni, nisbatan boy konsentratlar olishga yordam beradi va bundan tashqari chayqashlar o'rtasidagi shlyuzlash vaqtini ko'paytiradi.

«Nelson» separatorining rotorini ikki qavatli, tashqi yaxlit korpusdan va teshilgan ichki korpusdan iborat. Bu korpuslar o'rtasidagi bo'shliq kichikroq (boshqariladigan) bosim ostida suv bilan to'ldiriladi, bu suvning teshiklar orqali sizib o'tishi va rotor devorlariga o'tirgan materialni yumshatish imkonini beradi. O'rindiqli yumshashi unda og'ir zarralarning butun o'rindiqli balandligi bo'ylab to'planishiga yordam beradi. «Nelson» separatori toza suvdan foydalanishni talab etadi. Aylanma suvdan foydalanish rotor korpuslari o'rtasidagi bo'shliqning loyqa bilan to'lishiga olib keladi.

Rifellararo bo'shliqda o'rindiqli yumshatishning boshqa bir yechimi UGGA tuzilishidagi separatorlarda amalga oshirilgan, unda aylanayotgan yaxlit kuchsiz konusli rotor ichiga teshikli vertikal truba qo'yiladi, u orqali rifellararo bo'shliqqa yo'nalgan suv oqimi bosim ostida chiqadi. Rifellararo bo'shliqqa cho'kkan material davriy ravishda 7-9 Gs chastota bilan loyqalanib turadi, bu o'rindiqli tez

zichlanishining oldini oladi va uning og'ir zarralarga nisbatan tutib qolish qobiliyatini oshiradi.

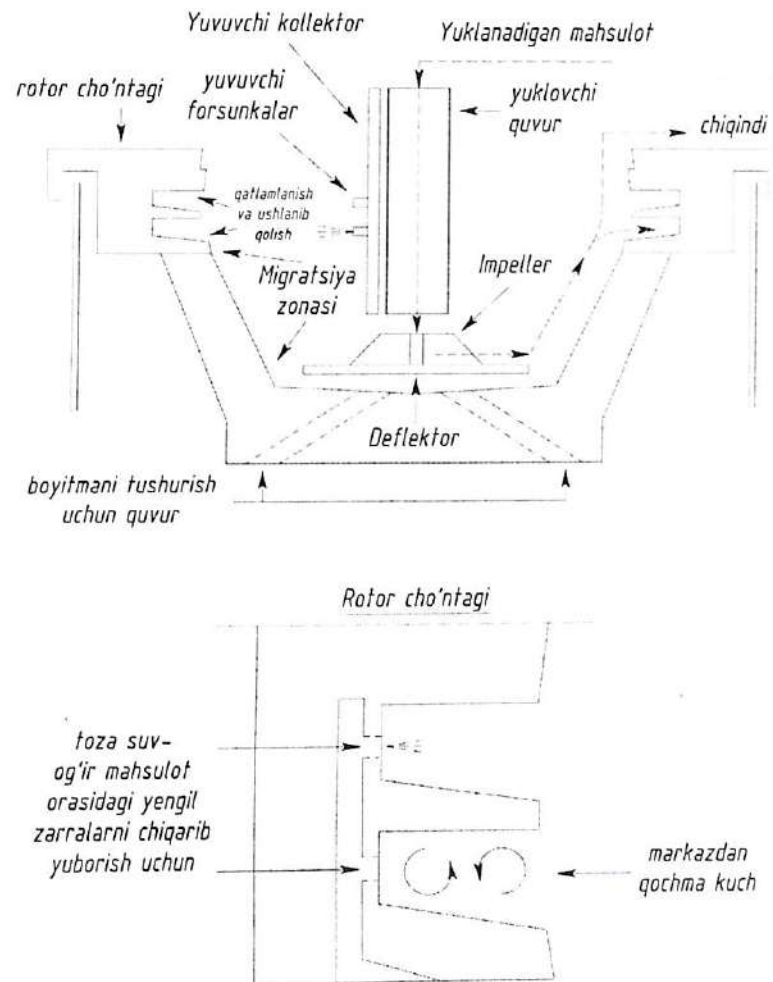
Zamonaviy chet el markazdan qochma saralagichlaridan sanoatda qo'llaniladiganlari «Knelson» va «Falcon» saralagichlaridir (8.7-rasm). Bu saralagichlarning boshqa saralagichlardan farqi shundaki, ularning rotori qiya devoriga qatlamlanib cho'kkan mineral zarralar rotor qobig'idagi teshiklar orqali qo'shimcha 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. «Falcon» 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.

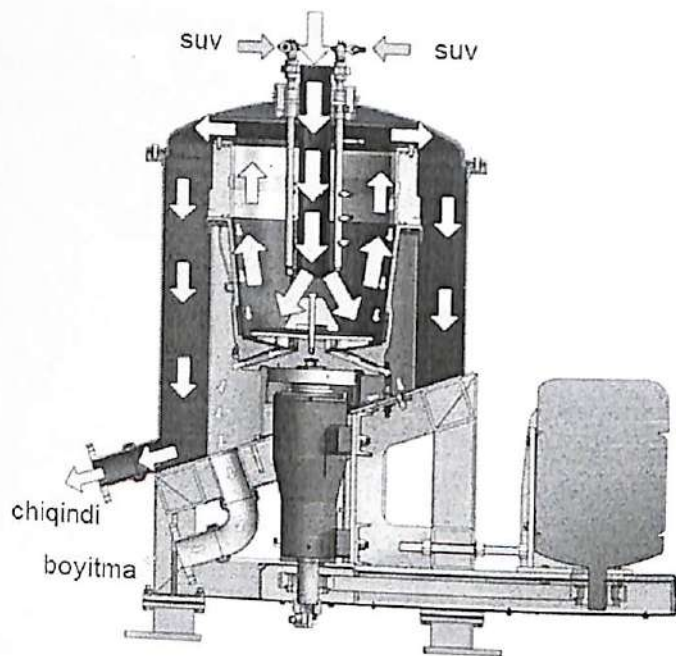
Bir qancha vaqt o'tib, rifli orasidagi boyitma belgilangan me'yorga yetgandan so'ng rotorga mahsulot berish to'xtatiladi (90 sek), rotorning aylanishi sekinlashtiriladi va maxsus yuvuvchi kollektor yordamida boyitma rotor deflektori ostiga yuvib tushuriladi hamda boyitma ariqchasidan chiqariladi.

«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.



8.7-rasm. «Falcon» markazdan qochma saralagichining sxemasi



8.8-rasm. «Falcon» markazdan qochma saralagichining qirqimda ko'rinishi

Qatlamlanish zonasining uski qismida ushlanib qolish zonasida og'ir mahsulotlar to'planadi va uskuna rotorining aylanishi sekinlashmaguncha yoki to'xtamaguncha ushlanib qoladi hamda boyitmani tushirib olish kanali orqali chiqariladi.

Ushlanib qolgan og'ir 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 bo'lgan saralagichlarda esa riflilar oralig'idagi mahsulotni yumshatish uchun rotor o'rtasiga vertikal holda teshikchalarga ega bo'lgan quvur o'rnatiladi. Bu quvur teshiklaridan bosim ostida chiqqan suv riflilar orasidagi mahsulotni yumshatadi va og'ir zarralar riflilar orasida qoladi, yengillari chiqindiga

chiqib ketadi.

Bosimsiz markazdan qochirma konsentratorlarda boyitiladigan materialning yirikligi ularning o'lchamlariga bog'liq. 120, 300, 400 mm diametrli konsentratorlar uchun dastlabki mahsulotda zarralarning eng katta yirikligi mos ravishda 4, 6, 8 mm bo'ladi. Bunda zarralarning eng katta yirikligi maqbul bo'lgan suvning sarfiga (hajmiy unumdorligiga) bog'liqdir.

Markazdan qochirma separatorlar rotorining aylanish chastotasi rotorning eng yuqori diametriga va boyitiladigan materialning yirikligiga bog'liq. Odatda, u 15÷20 ko'lamda *ajralish omili* miqdorini ta'minlaydigan darajada tanlanadi, bu uning yuqori qismida rotor devorlari aylanishining 4 dan 6 m/s aylanma tezligiga mos keladi.

Siklonli turdagi markazdan qochirma konsentratorlar yuqori unumdorligi bilan ajralib turadi va oltin hamda qalay tarkibli rudalarni va mahsulotlarni oldindan boyitishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi. Ular tasniflagichlar quyilmalarida qo'llaniladiganlar klassifikator qumlarida ishlayotgan cho'ktirish mashinalari bilan birga rudalardan gidrometallurgik yoki flotatsion jarayonlargacha 80-90 % erkin oltin ajratib olish imkonini beradi.

Siklonli separatorlar dastlabki rudaga yaqin bo'lgan mahsulotni olish bilan boyitish fabrikalari chiqindilarini boyitish uchun qo'llaniladi. Bunday mahsulot jarayon boshida takroriy boyitishga yuboriladi.

Qisqa konusli siklonlarda og'ir minerallar konsentratsiyasi darajasi 10 ga yetadi.

Bosimsiz markazdan qochirma konsentratorlar siklonli apparatlarga qaraganda kam unumdorlikka ega (bir xil diametrda). Biroq, ularning solishtirma unumdorligi, masalan, tebratuvchi konsentratsion stollarga qaraganda ko'p marta yuqoridir. Bundan tashqari, bu apparatlarda oltin tarkibli qumlarni boyitishda konsentratsiya darajasi 1000 va undan ortiqqa yetadi.

IX BOB. OG'IR MUHITLARDA BOYITISH

Foydali qazilmalarni og'ir muhitlarda boyitish mineral zarralar zichligidagi tafaovutga asoslangan. Nazariy jihatdan mineral zarralar zarralar o'lchami va ularning shakli ahamiyatga ega emas. Agar zichligi bo'yicha farq qiladigan ikkita mineral zarralar aralashmasi oraliq zichlikka ega bo'lgan oquvchan muhitga joylashtirilsa, unda zichligi kam mineral zarralari yuzaga qalqib chiqadi, zichligi yuqori zarralar esa cho'kadi. Dastlabki mahsulotning qalqib chiqqan qismi yengil mahsulotni, cho'kkan qism esa og'ir mahsulotni (og'ir fraksiyani) ifodalaydi. Nazariy jihatdan og'ir muhitlarda boyitish mineral zarralarni zichligi bo'yicha ajratishning ideal jarayoni hisoblanadi.

Lekin tabiatda minerallarni ajratish uchun qo'llaniladigan og'ir suyuqliklar mavjud emas. Boyitish amaliyotida og'ir suyuqliklar sifatida, asosan, suspenziyalar – mayda yanchilgan sun'iy yoki tabiiy minerallarning suv bilan aralashmasidan foydalaniladi.

Suspenziyalarda mineral zarralar siljishi tezliklari universal formula bo'yicha hisoblanishi mumkin.

Og'ir suyuqliklar va suspenziyalar suvning dinamik qovushqoqligidan bir necha marta oshadigan katta dinamik qovushqoqlikka ega, bu og'ir suyuqliklarda mineral zarralar siljishi tezligini kamaytiradi. Statik sharoitlarda ishlaydigan, ya'ni, minerallarni ajratish uchun gravitatsiya maydonidan foydalanishda og'ir muhitli apparatlarda boyitiladigan material yirikligining cheklanishi buning oqibati hisoblanadi. Masalan, og'ir muhitlarda boyitishda yiriklikning pastki chegarasi 3 mm, ko'mirniki esa 5-6 mm tashkil etadi. Yiriklikning yuqori chegarasi faqat oxirgi mahsulotda ajraladigan foydali yoki jinsli minerallarning toza bo'laklari bilan cheklanadi.

Suspenziyalarda boyitish jarayoni qazib olinadigan ko'mirlarni, ayniqsa, kokslanadiganlarni boyitishda, marganesli, xromitli, oksidlangan temirlilarni, fosforitlarni, polimetall va boshqa rudalarni boyitishda keng qo'llaniladi.

Og'ir muhitlarda cho'ktirish, ko'pincha, kamqiymat rudalarni o'rtacha yoki juda maydalashdan so'ng ularni oldindan boyitish uchun qo'llaniladi. Bu jarayondan qoldiqli chiqindilarning 30 % ortig'ini chiqarish, qolgan rudada qimmatbaho minerallar miqdorini oshirish va har qanday usul bilan keyingi boyitishga xarajatlarni ancha kamaytirish imkonini beradi.

35-§. Og'ir suspenziyalarni tayyorlash va tiklash

Suspenziyalarni tayyorlash uchun og'irlashtirgich sifatida tabiiy va sun'iy og'ir minerallardan foydalaniladi. 9.1-jadvalda suspenziyalarni tayyorlash uchun qo'llaniladigan ayrim og'irlashtirgichlar berilgan.

9.1-jadval

Og'irlashtirgichlar tavsifi

Og'irlashtirgich	Zichlik, kg/m ³	Suspenziyaning eng yuqori zichligi, kg/m ³	Moos shkalasi bo'yicha qattqlik
Barit (BaSO ₄)	4400	2200	3-3,5
Pirit (FeS ₂)	5000	2500	6-6,5
Pirrotin (Fe _n S _{n+1})	4600	2300	3,5-4,5
Magnetit (Fe ₃ O ₄)	5000	2500	5,5-6,5
Arsenopirit (FeAsS)	6000	2800	5,5-6,0
Galenit (PbS)	7500	3300	2,5
Maydalangan ferrosilitsiy (15 % Si; 85 % Fe)	6900	3100	7,0
Donadorlangan ferrosilitsiy (15 % Si; 85 % Fe)	6900	3500-3800 sfera 90 % bo'lganda	7,5

Og'irlashtirgichlar sifatida sun'iy minerallar: koloshnik changi, temir kuyindisi (to'poni) va b.lar qo'llanilishi mumkin. Suspenziyani tayyorlash uchun nisbatan yuqori zichlikka va qattqlikka ega bo'lgan magnetit va ferrosilitsiy – kremniyning temir bilan qotishmasi juda ko'p qo'llaniladi.

Amaliyot ma'lumotlariga ko'ra, suspenziyada og'irlashtirgichning hajmiy miqdori 40–43 % oshmasligi lozim, chunki og'irlashtirgich konsentratsiyasining keyingi oshishi suspenziyaning qovushqoqligi va uning donadorlanishining keskin oshishiga, siljishning chegaraviy kuchlanishi qiymatlarining ortishiga olib keladi. Suspenziyaning qovushqoqligiga og'irlashtirgich zarralari yirikligi va zarralar shakli jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Sharsimon shakldagi og'irlashtirgichlardan iborat bo'lgan suspenziyalar eng kam qovushqoqlikka ega bo'ladi. Og'irlashtirgich yirikligi kamayishi bilan suspenziya qovushqoqligi va uning barqarorligi ortadi. Og'irlashtirgich yirikligi ortishi suspenziya qovushqoqligini kamaytiradi, lekin uning barqarorligini yomonlashtiradi. Dag'al sochilgan og'irlashtirgichni (0,2-0,3 mm gacha) qo'llab, og'irlashtirgichning hajmli miqdorini 45 % gacha yetkazib, suspenziya zichligini oshirish mumkin, biroq bunda reagentlar – suspenziya barqarorligini yaxshilash uchun peptizatorlar qo'shiladi.

Reagentlar – peptizatorlar sifatida suyuq shishadan, sulfitli ishgordan, alyuminatlardan, moyli kislota tuzlaridan va b.lardlan foydalaniladi. Reagentlar – peptizatorlar sarfi og'irlashtirgich massasidan 0,001-0,5 % chegaralarda o'zgarib turadi. Suspenziyaning barqarorligini uni aralashtirish, suspenziyaning ko'tariluvchi yoki gorizontaal oqimlarini hosil qilib ham saqlash mumkin, lekin suspenziyani aralashtirish va oqimlar yaratish mineral zarralar ajralishi sharoitlarini yomonlashtiradi, shuning uchun ajralish zonasida suspenziyani aralashtirish tezligi, odatda, 0,2 m/s dan oshirilmaydi.

9.2-jadvalda suspenziyani tayyorlash uchun qo'llaniladigan donadorlangan ferrosilitsiyning donadorlik tarkibi berilgan.

Suspenziya zichligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi, kg/m^3

$$\Delta_s = \Omega \delta_{ut} + \theta \cdot 1000 = \Omega (\delta_{ut} - 1000) + 1000, \quad (9.1)$$

bunda, Ω va θ – mos ravishda og'irlashtirgich va suvning hajmiy konsentratsiyasi; δ_{ut} – og'irlashtirgich zichligi, kg/m^3 .

Suspenziyaning qovushqoqligi viskozimetrlar bilan o'lchanadi.

9.2-rasm

Ferrosilitsiyning donadorlik tarkibi

Sinflar, mm	Sinflarning chiqishi, %					
	+0,1	0,1-0,074	0,074-0,04	0,04-0,02	0,02-0,01	0,01-0,00
Tayyorlovchi						
Zaporoj ferroqotishmalar zavodi	0,2	4,1	34,0	48,6	12,0	1,1
Germaniya:						
mayda	8,2	8,3	31,5	24,7	10,8	16,5
yirik	24,1	12,9	29,5	18,5	8,3	6,7

Og'irlashtirgich yirikligining berilgan sinfini olish uchun suspenziyani tayyorlashda maydalash, yanchish va gidravlik tasniflash lozim bo'ladi. Mamlakatimizning foydali qazilmalarini boyitish amaliyotida ko'pincha magnetit boyitish fabrikalarining magnetitli konsentratlaridan foydalaniladi. Bu holatda, odatda, mayda konsentratlar qo'shimcha maydalashni va tasniflashni talab qilmaydi, bevosita suspenziyani tayyorlash uchun qo'llaniladi. Donadorlangan ferrosilitsiy ham qo'shimcha ishlov berishni talab etmaydi.

Barit, pirit, galenit va boshqa minerallarning flotatsion konsentratlari bevosita suspenziyani tayyorlash uchun qo'llanilishi mumkin.

Suspenziyalarda rudani oldindan boyitish uchun rudani maydalashdan oldin bo'sh jinsning ko'p qismini jarayondan chiqarish maqsadida ko'pincha shu rudaning o'zidan olinadigan flotatsion konsentratlardan foydalaniladi, bu suspenziyani tayyorlashga xarajatlarni ancha qisqartiradi.

Suspenziyani bevosita tayyorlash avvaldan o'lchangan proporsiyada og'irlashtirgichni aralashtirishdan iborat bo'ladi.

Fabrika ishlashi jarayonida suspenziyadan ko'p marta foydalaniladi. Bunda suspenziyaning ruda shamlari bilan ifloslanishi va og'irlashtirgichning ishqalanishi sodir bo'ladi. Buning oqibatida suspenziya o'z xossalarini - zichligi va qovushqoqligini o'zgartiradi. Doimiy reologik o'lchamlarni saqlab turish uchun suspenziya *tiklashga* - og'irlashtirgichni shamlardan tozalashga duch qilinadi.

Suspenziyani tiklash jarayoni quyidagi tarzda amalga oshiriladi. Og'ir muhitli boyitish apparatlaridan qalqib chiqqan va cho'kkan fraksiyalarni tushirishda suspenziyaning bir qismi boyitish mahsulotlari bilan birga ketadi, Boyitish mahsulotlari suspenziya bilan birgalikda elash yuzasiga (g'alvirga) tushiriladi, boshlanishida boyitish apparatiga qaytadigan konditsion suspenziyani chiqarib yuborish sodir bo'ladi. So'ngra g'alvirda suv bilan sug'orib, og'irlashtirgichni boyitish mahsulotlaridan yuvish amalga oshiriladi. G'alvirning elak osti mahsuloti suyultirilgan, nokonditsion suspenziyadan iborat bo'ladi, qaysiki u suspenziyani tiklash sxemasiga kiradi. Aylanadigan konditsion suspenziyaning bir qismi (10-20 %) ham doimiy yoki davriy ravishda aylanmadan chiqariladi va tiklash sxemasiga yuboriladi.

Suspenziyani tiklash quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi. Avval -magnitli separatsiya, flotatsiya, tebratuvchi konsentratsion stollarda konsentratsiyalash, gidravlik tasniflash va b. usullardan biri bilan boyitish. Og'irlashtirgichni tiklash uchun magnitli separatsiyadan foydalanish holatida olinadigan magnitli konsentrat (og'irlashtirgich) magnitsizlantirishga duch qilinadi. So'ngra olingan konsentrat suspenziyada og'irlashtirgichning talab qilingan darajasigacha quyultirishga yoki suv bilan suyultirishga duch qilinadi va suspenziya asosiy jarayonga qaytadi.

Shunday qilib, suspenziyani tayyorlash va tiklash sxemasi og'ir muhitlarda boyitish sxemasidan ancha qiyindir va yuqori darajali nazoratni hamda butun jarayonni avtomatlashtirishni talab qiladi.

Magnetitli va ferrosilitsiyli suspenziyani tiklash uchun EBM-80/70, EBM-80/250 elektromagnitli barabanli separatorlar, lentali

ELS-12, PBM-2 magnitli barabanli separator qo'llaniladi. Elektromagnitli separatorlar unumdorligi 200-300 m³/s tashkil etadi.

36-§. Og'ir muhitlarda boyitish uchun separatorlar

Foydali qazilmalar modda tarkibining va qo'llaniladigan og'irlashtirgichlarning fizikaviy-mexanik xossalarining turli xilligi, ajralishni yuqori darajali aniqlikda olish lozimligi, jihozlar joylashuvi ixchamligiga yuqori talablar, ba'zan esa bitta apparatda boyitishning ikkita bosqichining qo'shilishi quyidagi asosiy belgilari bo'yicha ajralib turadigan og'ir muhitli separatorlarning ko'pchiligini yaralishiga sabab bo'ldi.

1. Qo'llaniladigan suspenziyalar turi bo'yicha: gidrosuspenziyali va aerosuspenziyali.
2. Minerallar ajralishi sharoitlari bo'yicha: statik va markazdan qochirma.
3. Og'ir fraksiyalarni tushirish bo'yicha: gidravlik va mexanik.
4. Beriladigan boyitish mahsulotlari soni bilan: ikki mahsulotli va uch mahsulotli.

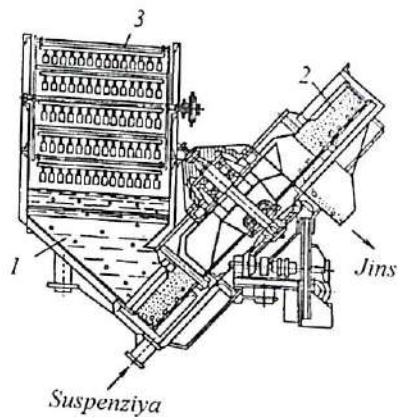
Yirik zarrali materiallarni boyitish uchun (yirikligi 6 mm ortiq) ajralishning statik sharoitili separatorlar qo'llaniladi.

Mayda zarrali materiallarni boyitish uchun (yirikligi 6-1 mm) ajralishning dinamik sharoitili apparatlardan - siklonlar va sentrifugal qo'llaniladi.

6 mm dan ortiq yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun mamlakatimiz amaliyotida ko'pincha qiya elevator g'ildirakli (SK turi) va vertikal elevator g'ildirakli gidrosuspenziyali mexanik: ikki mahsulotli-STs-15, elevator g'ildirakli gidrosuspenziyali mexanik: ikki mahsulotli-STT separatorlardan, shuningdek, OK (boyitish konusi) turidagi har xil o'lchamli gidravlik konusli separatorlardan foydalaniladi.

G'ildirakli separator (SK) magnetitli suspenziya bilan ishlaydi (9.1-rasm).

Separator korpusi tayanch tuzilmasi bo'lib xizmat qiladi. Unda separator vannasi 1 o'rnatilgan, vannada oddiy ko'mirning ko'mirli va jinsli fraksiyaga ajralishi sodir bo'ladi. Qalqib chiqqan mahsulot (ko'mir) parrakli qurilma 3 bilan chiqarib olinadi, cho'kkan jins esa qiya elevator g'ildirak 2 bilan chiqarib olinadi. Suspenziyaning 1/3 yaqin sarfi dastlabki mahsulot bilan birga beriladi, umumiy sarfning 2/3 esa vanna pastidan beriladi. Shunday qilib, separator vannasida suspenziyaning vertikal va gorizontal oqimlari hosil bo'ladi, bu suspenziya aralashishiga va unga barqarorlik berishga yordam beradi. Bir vaqtning o'zida suspenziyaning gorizontal oqimi qalqib chiqqan fraksiyani quyilish to'siniga tashiydi. Quyilmaga ketadigan suspenziya sarfini kamaytirish uchun ko'mirning yirik bo'laklarini quyilish to'sini orqali otadigan parrakli qurilmadpan foydalaniladi.



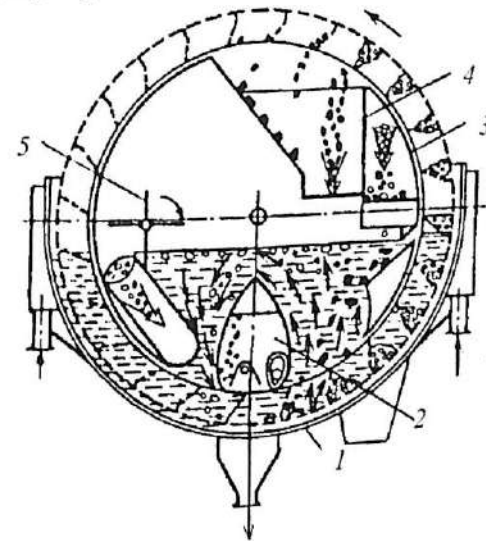
9.1-rasm. G'ildirakli separator:

1 - separator vannasi; 2 - elevatorli g'ildirak; 3 - yig'uvchi qurilma

Elevator g'ildiragining bo'ylama joylashuvili STS-15 separatori (9.2-rasm) suv to'sig'i (plotina) joylashgan 2 vannadan 1 iborat.

Suv to'sig'i (plotina) ellips shaklidagi to'ntarilgan koritodan iborat. Suv to'sig'i (plotina) ichiga vannaning pastki qismida suspenziya jadal aralashishi uchun siqiq havoning pulslanuvchi oqimi

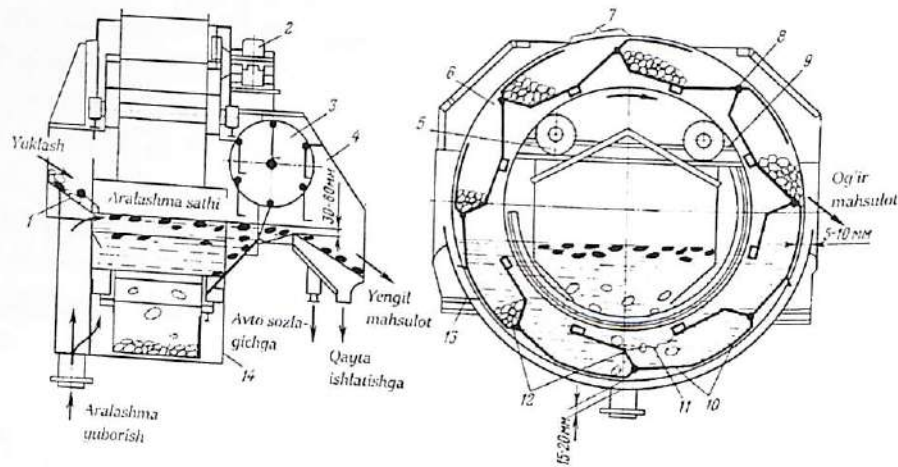
beriladi. Elevatorli g'ildirak cho'michlari (kovshlari) suv to'sig'i (plotina) ostida siljib, vannaning birinchi qismida suspenziyaning ko'tariluvchi oqimini (dastlabki yuklanishi tomondan), suv to'sig'i (plotina) ustida gorizontal oqimni va qalqib chiqqan fraksiyalar tushirilishi tomondan suv to'sig'i (plotina) orqasida pasayuvchi oqimni hosil qilib, suspenziyani vannaning bir qismidan ikkinchi qismiga tashiydi. Suv to'sig'i (plotina) atrofida suspenziyaning aylanishi suspenziyaning stabillashuviga va qalqib chiqqan va cho'kkan fraksiyalarning aralashishiga yordam beradi, bu separatsiyaning texnologik ko'rsatkichlarini yaxshilaydi. Qalqib chiqqan fraksiya suspenziyaning gorizontal oqimi bilan quyilish to'siniga tashiladi, uning ustida parrakli qurilma 5 o'rnatilgan va uni separator vannasining yon tomon devorlari orqali chiqaradigan qiya novga tushadi. Cho'kkan fraksiya elevatorli g'ildirak cho'michi (kovshi) bilan yuqoriga ko'tariladi va qiya novga 4 tushiriladi.



9.2-rasm. Elevator g'ildiragi ko'ndalang joylashgan STS-15 separatori:

1 - vanna; 2 - aralashmani aralastirish uchun siqilgan havo haydash kamerasi; 3 - yuklovchi nov; 4 - og'ir mahsulotni bo'shatish uchun nov; 5 - yengil mahsulotni bo'shatish uchun yig'uvchi qurilma.

SKV separatorlarida (9.3-rasm), STS-15 turidagi separatorlardan farqli ravishda, suspenziya qalqib chiqqan ko'mir fraksiyasi elevatorli g'ildirak o'qi bo'ylab oqadi.



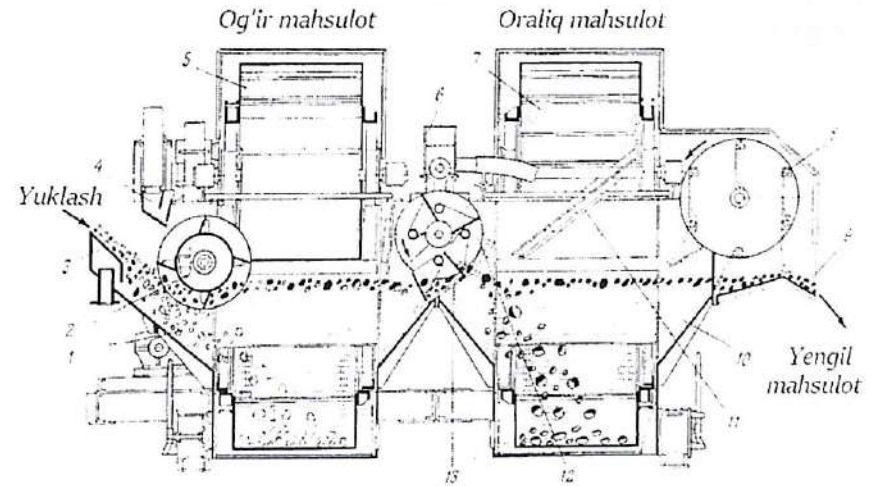
9.3-rasm. SKV separatori:

- 1 - yuklovchi nov; 2 - elevator g'ildiragi yuritgichi; 3 - yig'uvchi qurilma;
4 - og'ir mahsulotni bo'shatish uchun nov; 5 - tayanch roliklar; 6 - elevator g'ildiragi;
7 - bo'shatuvchi tuynuk; 8 - aylanuvchi sharnir panjarasi; 9 - tayanch roliklari tayanchi;
10 - elevator yacheykasi devori; 11 - yuklovchi tuynuk; 12 - tog' jинchi

Elevatorli g'ildirak separator vannasiga ko'ndalang joylashgan va og'ir fraksiyani tushirish vanna yon tomonidan amalga oshiriladi.

STT turidagi uch mahsulotli separator (9.4-rasm) o'zaro tutashgan vertikal elevatorli g'ildiraklar mavjud ikki mahsulotli separatorlardan iborat. Yuqori zichlikdagi suspenziya bilan ishlaydigan birinchi separatorda tayyor jinsli fraksiya olinadi, ko'mir va oraliq mahsulot aralashmasidan iborat bo'lgan qalqib chiqqan yengil fraksiya parrakli qurilma bilan konsentratli bo'lim vannasiga beriladi. Konsentratli bo'limga zichligi kam suspenziya beriladi, qaysiki u jinsli bo'limdan kelayotgan suspenziyaning bir qismini ko'mir ajralishida ajralishning talab etilgan zichligigacha suyultiradi. Separatorning

birinchi va ikkinchi bo'limlarida suspenziya zichligi doimiy nazorat qilinadi va avtomatik tarzda boshqariladi.



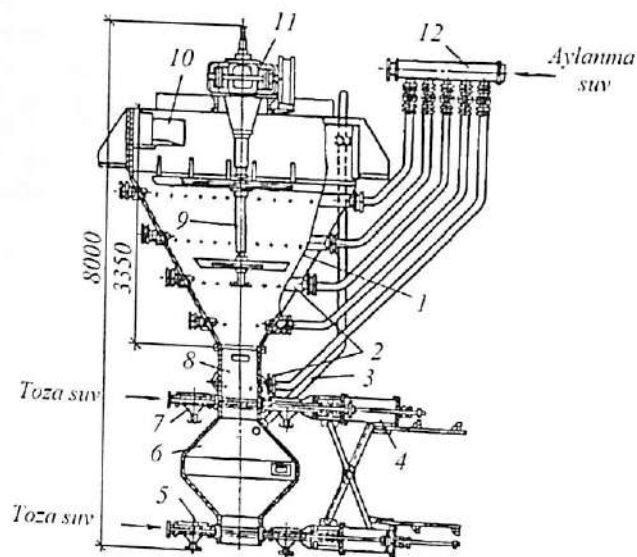
9.4-rasm. STT uch mahsulotli separatori:

- 1 - bo'sh tog' jинsi bo'linmasi vannasi; 2 - rotorli yuklovchi qurilma; 3 - ta'minlovchi nov; 4 va 6 - elevator g'ildiraklari yuritgichlari; 5 va 7 - elevator g'ildiraklari; 8 - yig'uvchi qurilma; 9 - bo'shatuvchi nov; 10 - ko'mir bo'linmasi vannasi; 11 - aralashma oqimi uchun maydon; 12 - rotorli qayta yuklagich; 13 - quyilish ostonasi

OK konusli separator dag'al suvli-qumli suspenziya bilan ishlaydi (9.5-rasm). Separator yuqorida silindrlil pastki konusli qismdan iborat. Konus ichida suspenziyani aralashtiruvchi va cho'kkan fraksiyani yumshatuvchi qorishtirgich joylashgan. Kvarsli qum separatorga dastlabki mahsulot bilan birga beriladi. Separatorida qum cho'kishiga to'sqinlik qiluvchi va separatorning yuqori qismida suspenziyaning berilgan zichligini saqlab turishga yordam beruvchi suvning ko'tariluvchi oqimi hosil bo'ladi.

Suspenziyaning aylanuvchi oqimi bilan oqadigan qalqib chiqqan fraksiya aylana bo'ylab harakat qiladi va suspenziya bilan birga quyilish to'sini orqali qiya novga tushadi. Cho'kkan fraksiya jinsli kameraga tushadi, u yerdan u davriy ravishda, ma'lum vaqt o'tgach, kameraning qolgan bo'sh joylarini to'ldirib turgan suspenziya bilan

birga tushiriladi. Jinsli kameraning ochiq turgan yuqoridagi surilma qopqog'ida jinsli fraksiya kamerani to'ldiradi. Yopiq yuqoridagi va ochiq pastki surilma qopqoqda jinslarni tushirish sodir bo'ladi.



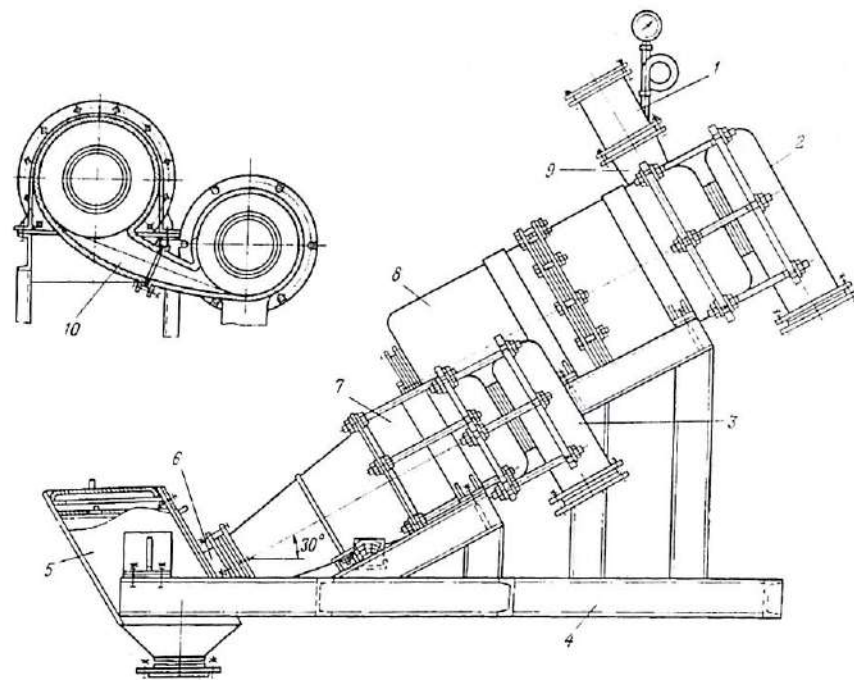
9.5-rasm. OK-10 konusli separatori:

1 - vanna; 2 - aylanma suvni yuborish uchun taqsimlovchi halqali quti; 3 - havo chiqarish uchun quvur; 4 - pnevmosilindr; 5 va 7 - murvat; 6 - tog' jinsi kamerasi; 8 - tasniflovchi quvur (bo'g'iz); 9 - aralashtirgich; 10 - ta'minlovchi nov; 11 - aralashtirgich yuritgichi; 12 - aylanma suv quvuri

25(40) dan 0,5 mm gacha yiriklikdagi ko'mirning kichik sinflarini boyitish uchun gidrosuspensiyada uch mahsulotli juftlangan siklonlar qo'llaniladi (9.6-rasm): katta diametrli birinchi silindrlil va kichik diametrli ikkinchi silindrlil-konusli. Suspensiya dastlabki mahsulot bilan birga kamida $0,6 \cdot 10^5$ Pa doimiy statik bosim ostida silindrlil siklonning yuqori qismiga tangensial beriladi.

Birinchi siklonning quyilmasiga konsentrat ketadi, silindrlil siklon qumi esa ikkinchi siklonga kiradi.

Birinchi siklonda suspensiya quyushadi, va ikkinchisida esa - silindrokonusli siklonga zichligi yuqori suspensiya kiradi, bunda jinslar va oraliq mahsulot ajralishi sodir bo'ladi.



9.6-rasm. Uch mahsulotli og'ir muhitli siklon:

1 - ta'minlovchi quvur; 2 - ko'mir uchun quyilma quvuri; 3 - oraliq mahsulot uchun quyilma quvuri; 4 - tayanch rama; 5 - tog' jinsi kamerasi; 6 - konus bo'limining pastki qismi; 7 - silindrlil bo'linma; 8 - silindrlil gidrosiklon; 9 - tangensial ta'minlovchi quvur; 10 - birlashtiruvchi quvur.

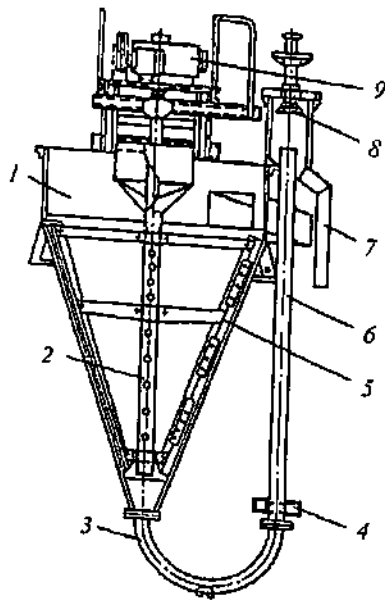
Oddiy ko'mirni ikkita mahsulotga ajratish uchun uch mahsulotli gidrosiklonli qurilmalardagi ikkinchi gidrosiklonlar kabi tuzilishli 500 mm diametrli silindrokonusli gidrosiklonlardan foydalaniladi.

3-5 mm dan ortiq yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun, shuningdek, nometall foydali qazilmalarni boyitish uchun mamlakatimiz amaliyotida og'ir fraksiyani tushirish uchun tashqi aeroliftli statik konusli separatorlar, shuningdek, spiral tushirishli

barabanli separatorlar (SBS) va elevatorli tushirishli barabanli separatorlar (SBE) qo'llaniladi. Kam hollarda spiral tushirishli koritoli separatorlardan foydalaniladi, ularning prototipi spiralli tasniflagichlar, shuningdek, titratma novlar (Strip jarayoni) hisoblanadi.

20 (6) dan 1 (0,5) mm gacha yiriklikdagi kichik sinflar magnetitli yoki ferrosilitsiyli suspenziyalarni qo'llash bilan girdobli gidrosiklonlarda, shuningdek, bir jinsli og'ir suyuqliklarni qo'llash bilan sentrifugalarda boyitiladi.

Tashqi aeroliftli konusli separator (9.7-rasm) metalli tuzilmadan iborat, yuqori qismi silindrlilik shakliga, pastki qismi konusli shakliga ega.



9.7-rasm. Tashqi aeroliftli konusli separator:

- 1 - silindr-konusli qobiq; 2, 5 - ramali aralashtirgichli ichi bo'sh val; 3 - tirsak;
4 - siqilgan havoni yuboruvchi vorsunkalar; 6 - aerolift quvuri; 7 - aeroliftni bo'shatish;
8 - zoni; 9 - aralashtirgich yuritgichi

Separatorning konusli qismi cho'kkan fraksiyani ko'tarish va uni tushirish uchun xizmat qiladigan aeroliftli konusli birlashtiruvchi

o'tish tirsagi bilan tugaydi. Aerolift quvuriga kamida $3,5 \cdot 10^5$ Pa bosim ostida siqiq havo beriladi. Aerolift quvuri diametri dastlabki mahsulotdagi eng katta bo'lakning kamida uch karra o'lchamiga teng bo'lgan o'lchamda qabul qilinadi.

Qalqib chiqqan mahsulot suspenziya bilan birga, xuddi OK turidagi separatoridagi kabi, quyilish noviga quyiladi, og'iri esa tushirish kamerasiga beriladi, bu yerda suspenziya va og'ir mahsulot havodan ajratiladi.

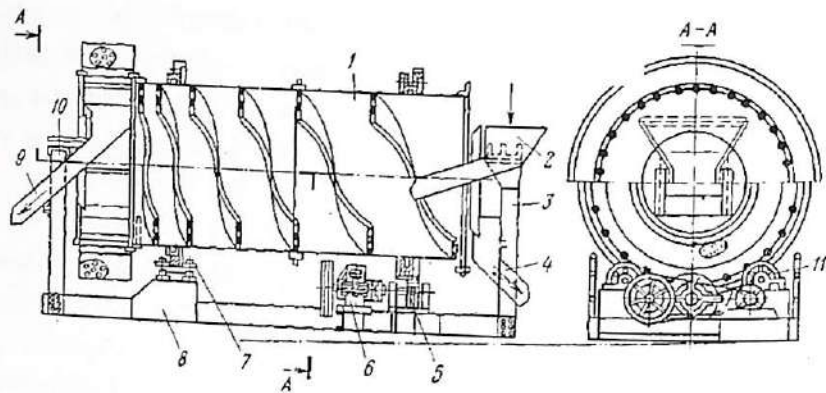
Tushiriladigan og'ir fraksiyani separatoridan yuqoriga ko'tara olishi mumkinligi ushbu separatorning afzalligi hisoblanadi. Separator ustida og'ir fraksiya ko'tarilishi balandligi aeroliftga beriladigan siqiq havo miqdoriga bog'liq va 10 m va undan ortiqqa yetishi mumkin, bu keyingi qayta ishlashda og'ir fraksiyani o'z oqimi bilan tashishni amalga oshirish imkonini beradi.

Spiral tushirishli barabanli separator SBS rangli, qora metallar rudalarini va nometall foydali qazilmalarni boyitish uchun qo'llaniladi. Separator barabani (9.8-rasm) tashqi g'altakka tayanadi va yuritmaga ega bo'lgan bir juft shesternya bilan 3; 4; 6 min⁻¹ tezlik bilan aylanish holatiga keltiriladi.

Baraban turli diametrlarga ega bo'lgan baraban yon yuza qopqoqlari teshiklaridan bittadan oralab suspenziya bilan to'ldiriladi. Dastlabki bilan yuklash va suspenziyani quyish bilan yengil fraksiyani tushirish tomonidaga teshik diametri og'ir fraksiyani tushirish tomonidaga teshik diametridan katta.

Barabannning ichki yuzasiga ikki kirmali spiral mahkamlangan, u cho'kkan fraksiyani baraban bilan birikkan elevator g'ildiragiga tashiydi.

SBS turidagi separatorlar uchta namuna o'lchamida tayyorlanadi: $D = 1800$, $D = 2500$ va $D = 3000$ mm. Separator barabani uzunligi uning ikkita diametriga teng. SBS separatorlari unumdorligi boyitiladigan material yirikligiga va separator o'lchamiga bog'liq holda, 20 dan 250 t/s gacha o'zgarib turadi.



9.8-rasm. Barabanli separator

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

Elevatorli tushirishli barabanli (SBE) SBS turidagi separator dan shunisi bilan farq qiladiki, bunda baraban diametri uning uzunligiga teng, aylanayotgan barabanning o'zi esa og'ir (cho'kkan) fraksiyalarni tushiruvchi elevator hisoblanadi. Cho'kkan fraksiyani tushirish uchun aylanma barabanning ichki devorlariga radial joylashgan panjarasimon platinalar mahkamlangan, ular og'ir fraksiyani yuqoriga ko'taradi va barabanga uning yon yuza teshiklariga bitta oralab qo'yilgan qiya novga tushiradi. Qarama-qarshi yon yuza teshigiga yuklovchi nov qo'yiladi. SBE separatorlarining namuna o'lchamlari, unumdorligi va aylanish chastotalari SBS turidagi separatorlarniki bilan bir xil.

Pastki yiriklik chegarasi 3-0,5 mm va yuqori yiriklik chegarasi 8-25 mm bo'lgan mayda donador material konuslilik burchagi 60° suspenziyalı gidrosiklonlarda boyitiladi. Kam hollarda mayda donador materialni boyitish uchun bir jinsli og'ir suyuqliklar bilan ishlaydigan sentrifugalardan foydalaniladi. sentrifugalarda boyitiladigan materialning pastki yiriklik chegarasi 0,01 mm yetishi mumkin.

Suspenziyalı gidrosiklonlarda suspenziya harakatining yuqori tezligida suspenziyaning tuzilma hosil qilishining oldi olinadi. Shu vaqtda suspenziyaning o'zi gidrosiklonida qatlamlarga ajraladi, bu shunga olib keladiki, bunda gidrosiklon o'qidan uning devorlari yo'nalishida uning zichligi bir xil bo'lmaydi. Suspenziyaning eng yuqori zichligi gidrosiklonning ichki yuzasida, eng kam zichlik esa suspenziya aylanishining erkin yuzasida, ya'ni, aylanish o'qi yaqinida kuzatiladi. Suspenziyalı gidrosiklonida ajralish zichligi gidrosiklonga kiradigan suspenziya zichligidan doim yuqori bo'ladi. Shuning uchun dastlabki material bilan gidrosiklonga beriladigan suspenziya zichligi, odatda, $200-300 \text{ kg/m}^3$ ga ajralishning talab qilinadigan zichligidan kam bo'ladi.

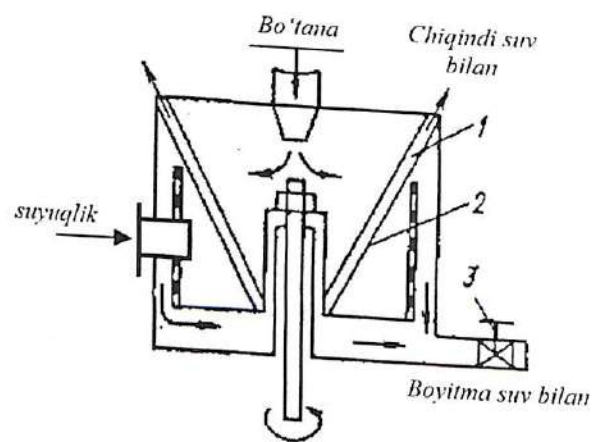
25-0,5 mm yiriklikdagi rudalarni boyitish uchun boshqalardan konussimon qism cho'qqisi yuqorida joylashganligi bilan farq qiladigan *girdobli gidrosiklonlardan foydalaniladi.* Gidrosiklonning qumli kiydirmasi katta diametrga ega, uning markazida esa gidrosiklonida havo ustunini atmosfera bilan birlashtiradigan kovak quvur joylashgan.

Og'ir muhitli gidrosiklonli qurilmalarda konditsion suspenziyani drenajlash uchun yoyli elaklardan, og'irlashtirgichni yuvish uchun esa titrashning (zirillashning) amplitudasi kam bo'lgan yuqori sifatli titratma g'alvirlardan foydalaniladi.

Og'irlashtirgich sifatida, asosan, magnetit, ferrosilitsiy va galenit qo'llaniladi. 1 t boyitiladigan materialga 2 m^3 yaqin aylanma suspenziya sarflanadi.

Markazdan qochirma maydonda og'ir suyuqliklarda boyitish noyob metall rudalarining kichik sinflarida qo'llaniladi. Og'ir muhit sifatida 2940 kg/m^3 zichlikka ega bo'lgan tetrabrometandan ($\text{S}_2\text{N}_2\text{Vr}_4$) foydalaniladi. Tetrabrometan suvda erimaydi, lekin etil spirtida, benzinda va to'rt xlorli uglerodda eriydi. Uning qovushqoqligi 0,034 Pa.s. Boyitish gorizontál shnekli sentrifugalarda yoki maxsus tuzilmali markazdan qochirma separatorlarda amalga oshiriladi (9.9-rasm).

Separator zich yopilgan korpusga joylashtiriladi, u pastki qismida og'ir suyuqlik va og'ir fraksiyani chiqarish uchun patrubkasi bo'lgan qo'zg'almas silindrdan iborat. Taxminan silindrning 1/3 balandligida patrubka joylashgan, u orqali separatorga aylanma og'ir suyuqlik beriladi. Qo'zg'almas silindr ichida separatorning teshik devorli silindrlı stakan shakliga ega bo'lgan rotorı joylashgan. Ish boshlashdan oldin separator silindrlı korpusning 1/3 balandligiga tetrabrometan bilan to'ldiriladi. Rotor aylanishida og'ir suyuqlik yuzasi aylanish paraboloidi shakliga ega bo'ladi, yuqori qirg'og'i silindrlı korpusning yuqori chetiga deyarli yetadi. Suvli (bo'tana) aralashmali dastlabki material aylanayotgan rotorga yuqoridan kiradi. Bo'tana og'ir suyuqlik yuzasiga joylashib, u ham aylanish paraboloidi shakliga ega bo'ladi, biroq yuqori qismda u qo'zg'almas stakanıing yuqori cheti orqali quyiladi, o'zi bilan yengil mineral zarralarini olib ketadi. Zichligi og'ir suyuqlik zichligidan yuqori bo'lgan og'ir mineral zarralari markazdan qochırma tezlanish ta'siri ostida og'ir suyuqlikka o'tadi, rotor devorlari teshiklari orqali o'tadi va pastki patrubka orqali aylanayotgan og'ir suyuqlik bilan birga separatorıan chiqadi.



9.9-rasm. Markazdan qochırma separator:

1 – suvli bo'tana qatlami; 2 – og'ir suyuqlikni aylanish yuzasi; 3 – shlyuzli muruvat.

Yengil mahsulot suv bilan birga vakuumli filtrga, og'iri esa og'ir suyuqlikni chiqarib yuborish uchun avval elakli yuzaga, so'ngra bug'latgichlarga tushadi, u yerda og'ir suyuqlikni tiklash boshlanadi. Og'ir suyuqlik bug'lari kompressor bilan kondensatorga beriladi. Konditsiyalangan og'ir suyuqlik jarayonga qaytariladi.

Markazdan qochırma separator 700 mm diametrli rotorga ega, rotorning aylanish chastotasi 1500 daq⁻¹. bo'tana bo'yicha unumdorlik 22 m³/s.

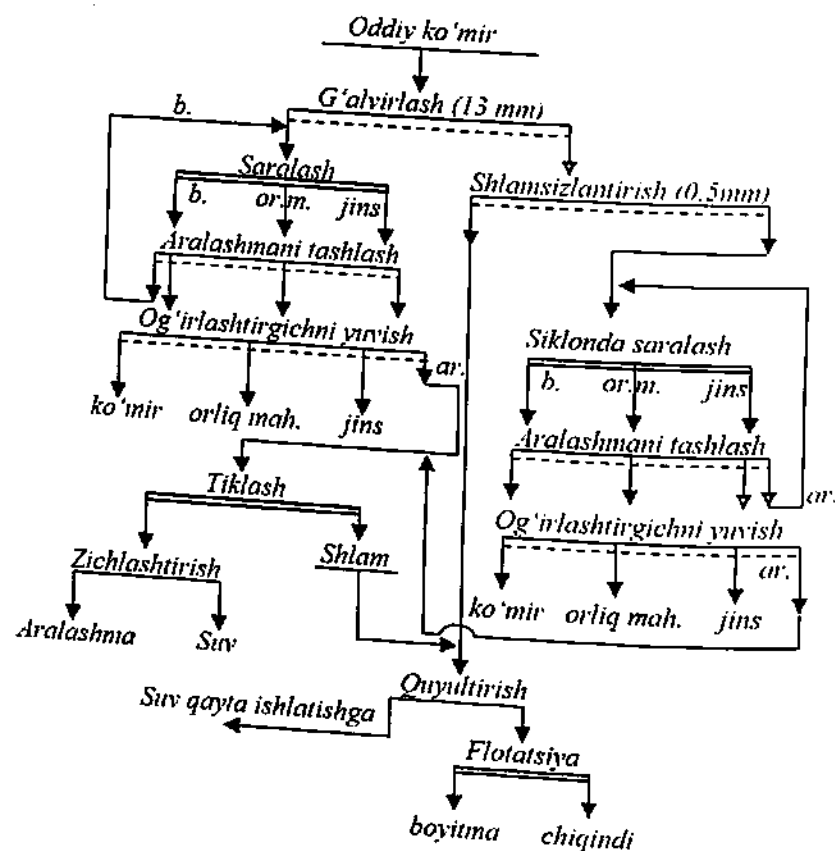
37-§. Og'ir muhitlarda boyitishning texnologik sxemalari

Og'ir muhitlarda boyitishning texnologik sxemalari quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi (9.10-rasm).

1. Foydali yoki jinsli minerallarni ochish maqsadida foydali qazilmani maydalashni (yanchishni) o'z ichiga olgan og'ir muhitlarda boyitishga dastlabki mahsulotni tayyorlash, kichik sinflarni yo'qotish uchun namli elash va rudali (ko'mirli) shlamlarni albatta yuvish. 9.10-rasmda maydalash (yanchish) operatsiyalari ko'rsatilmagan.

2. Boyitishning ikki yoki uchta mahsulotlarini olish bilan bevosita boyitish operatsiyalari. Boyitishning ikkita: konsentrat va chiqindilarni olish uchun boyitishning bitta operatsiyasi yetarlidir. Ko'mirni boyitishda boyitishning uchta mahsulotini olish uchun yoki uch mahsulotli separatorlardan yoki ikkita ketma-ket o'rnatilgan separatorlardan foydalaniladi. Agar yengil fraksiya chiqishi og'ir fraksiyanikidan oshib ketsa, unda birinchi separatorıa kam zichlik bo'yicha ajratish amalga oshiriladi, ya'ni, avval ko'mirli konsentrat ajratiladi. Va aksincha, agar og'ir fraksiya chiqishi yuqori bo'lsa, unda ikkinchi operatsiyaga materialning kam miqdori tushishi uchun u birinchi navbatda ajratib olinadi. Og'ir muhitlarda boyitishda bitta tayyor mahsulotni olish uchun ham faqat asosiy operatsiyalar yetarlidir. Konsentratlarni qayta tozalash va chiqindilarni nazoratli boyitish operatsiyalari talab qilinmaydi.

3. Yakuniy suvsizlantirish operatsiyalari boyitish mahsulotlaridan konditsion og'ir suyuqlikni (suspenziyani) ajratib olishdan va og'irlashtirgich yoki og'ir suyuqlikni boyitish mahsulotlaridan yuvishdan, shuningdek, zarur bo'lganda, boyitish mahsulotlarini filtrlash va quritishdan iboratdir.



9.10-rasm. Og'ir muhitda boyitishning texnologik sxemasi

4. Og'ir muhitni tayyorlash va tiklash operatsiyalari. Suspenziyani tayyorlash va tiklash sxemasi og'ir muhitlarda bevosita boyitish sxemasiga qaraganda murakkab (9.11-rasm). 9.10-rasmda suspenziyalarda boyitishni va shlamlarni flotatsiyalashni (sinf -

0,5(1,0)-0 mm) o'z ichiga olgan kokslanadigan ko'mirlarni boyitishning asosiy sxemasi berilgan.

Og'ir muhitlarda boyitish jarayoniga ta'sir qiladigan asosiy omillar quyidagilar hisoblanadi: suspenziya o'lchamlari - uning zichligi, qovushqoqligi va barqarorligi; dastlabki bo'yicha unumdorlik; separator vannasi uzunligi va separator vannasida suspenziyaning va qalqib chiqqan fraksiyaning siljish tezligi.

Suspenziyaning barqarorligi og'irlashtirgich konsentratsiyasiga va uning donadorlik tarkibiga bog'liq. Bu o'lchamlar oldindan tanlanadi va suspenziya zichligi kabi doimiy saqlanadi.

Separatorga tushadigan suspenziya zichligi avtomatik tartibda nazorat qilinadi va boshqariladi.

Separator vannasi uzunligi boyitiladigan material yirikligiga va suspenziya qovushqoqligiga bog'liqdir. U shunday bo'lishi kerakki, bunda vannada dastlabkining yuklanishidan yengil fraksiya tushirishi amalga oshiriladigan quyish to'sinigacha suspenziyani aralashtirishda og'ir fraksiya yengil fraksiyadan to'liq ajralib ulgurishi va quyish to'sinidan pastga cho'kishi lozim.

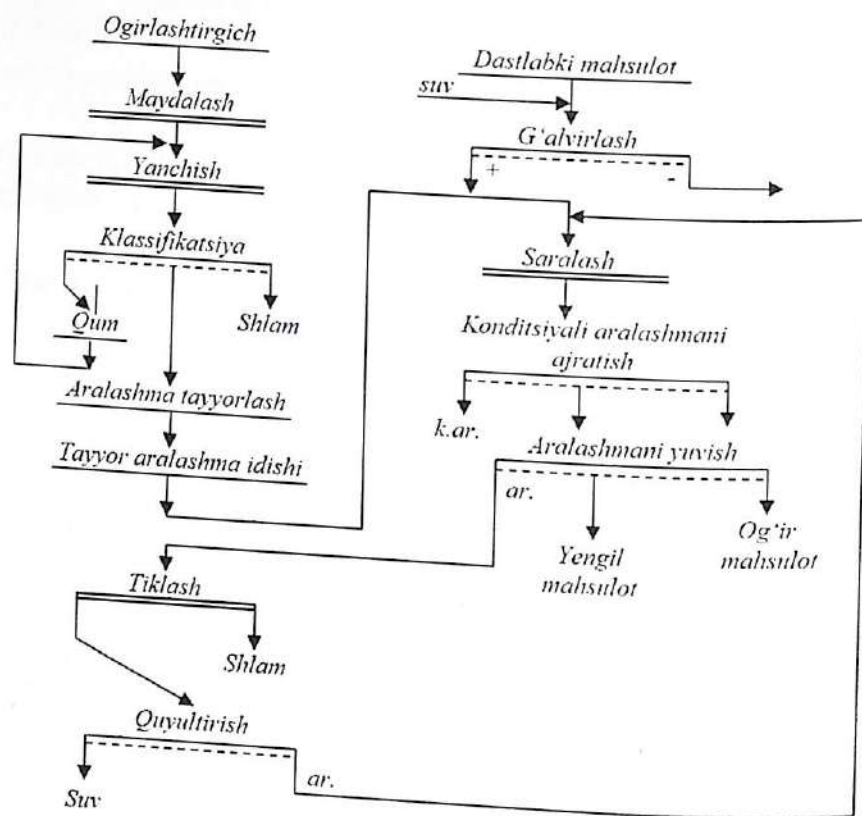
Dastlabki mahsulotning yuklash joyidan yengil fraksiyani tushirish joyigacha harakatlanishida uning to'liq qatlamlarga ajralishini ta'minlash uchun dastlabki mahsulot bo'yicha separator unumdorligi juda yuqori bo'lmazligi kerak.

Suspenziyali siklonlarda foydali qazilmaning kichik sinflarini boyitishda gidrosiklonga kirishda suspenziya bosimini doimiy saqlab turish muhimdir.

Gidrosiklonning ta'minlash patrubkasida suspenziya va dastlabki mahsulot aralashmasining doimiy bosimini saqlab turish uchun bu aralashma doimiy gidrostatik bosim ostida beriladi.

Siklonni ta'minlash uzunligi 6-7 m. dan kam bo'lmagan vertikal quvur orqali amalga oshiriladi. Quvurning yuqoridagi oxirida suspenziya boyitiladigan material bilan aralashadigan kamera-aralashtirgich o'rnatiladi. Kamera - aralashtirgich suspenziya bilan to'ldiriladi, uning bir qismi kameradan quyiladi va tayyor suspenziya bakiga qaytariladi.

Shunday qilib, kamera-aralashtirgichda suspenziyaning doimiy darajasi saqlanadi va bu bilan boyitish sikloniga kirishda gidrostatik bosimning doimiyliigi ta'minlanadi.



9.11-rasm. Aralashmani tayyorlash va tiklash sxemasi

X BOB. HAVOLI MUHITDA BOYITISH

Boyitishning pnevmatik usullari foydali qazilmalarni yirikligi, zichligi va havo oqimida zarralar shakli bo'yicha ajratish qoidalariga asoslangan.

Boyitishning pnevmatik usullari Uzoq Shimol rayonlarida, suvsiz rayonlarda, ya'ni, suv yo'qligidan va suvning yetishmasligidan gidravlik usullardan foydalanish muammo bo'lgan holatlarda qo'llaniladi. Boyitiladigan materialning ivib ketishi va shlamning ko'p miqdori hosil bo'lishi tufayli gidravlik usullarni qo'llash mumkin bo'lmaganda boyitishning bu usullari ayrim foydali qazilmalar uchun yagona usul hisoblanadi. Agar boyitiladigan foydali qazilma zichligi nisbatan kam bo'lsa, pnevmatik usullarni qo'llash afzaldir.

Boyitishning pnevmatik usullari boyitiladigan ko'mir sifatiga talab yuqori bo'lmagan energetik ko'mirlarni boyitishda, xrizotil-asbest, surik va boshqa foydali qazilmalarni boyitishda keng qo'llaniladi.

Boyitishning pnevmatik usullari gidravlik usullardan juda past samaradorligi bilan farq qiladi. Lekin bu usullar *arzonligi* va *ekologik tozaligi* bilan ajralib turadi. Shuning uchun oxirgi vaqtlarda boyitishning pnevmatik usullari ko'proq tadqiqotchilar va amaliyotchilar e'tiborini tortmoqda.

Pnevmatik usullar shartli ravishda ikita turga bo'linadi: *pnevmatik tasniflash* – foydali qazilma zarralarini yirikligi bo'yicha ajratish, va *pnevmatik separatsiya* – foydali qazilma zarralarini zichligi bo'yicha ajratish.

Pnevmatik tasniflash havoning gorizontal, qiya, vertikal va uyur-mali (egri chiziqli) oqimlarida amalga oshiriladi. Pnevmatik separatsiya uchun ko'proq havoning doimiy tezlik bilan harakatlanadigan vertikal oqimlaridan yoki pulslanuvchi oqimlardan foydalaniladi.

38-§. Havo yordamida boyitishning o'ziga xosligi

Boyitishning pnevmatik usullari gidravlik usullarga qaraganda qator o'ziga xos xususiyatlarga ega. **Birinchi xususiyat** ajralish muhiti xususiyatining natijasi hisoblanadi. Havoning zichligi ($\Delta=1,23 \text{ kg/m}^3$) suv zichligidan 813 marta kam, uning dinamik qovushqoqligi esa suvning qovushqoqligidan ikki sira kam. Havoning past zichligi tufayli Arximed qonuni ta'siri shunchalik kamki, unga ahamiyat ham bermaslik lozim, ya'ni, hisoblashlarda, masalan, mineral zarralar zichligining va ajralish muhiti farqining miqdori v_0 deyarli mineral zarralar zichligiga teng: $(\delta - \Delta) \approx \delta$. Oxirgisi shunga olib keladiki, havoda minerallar juftlari teng tushishi koeffitsientlari qiymati uning suvli muhitdagi qiymati bilan taqqoslaganda 1,5-2 marta kam. Foydali qazilmani boyitishga tayyorlashda yiriklikning har bir sinfini boyitishda ajralishning yetarlicha yuqori samaradorligini olish uchun uni katta sinflarga bo'lish lozimligi buning natijasi hisoblanadi.

Havoning past qovushqoqligi uning yuqori darajada *oquvchanligi* sababi hisoblanadi, bu havo oqimi o'tadigan boyitiladigan material qatlamining butun maydoni bo'ylab havo oqimining bir tekis taqsimlanishida qiyinchilik tug'diradi. Agar mineral zarra qatlamining qaysi bir qismida havo o'tishida juda kam qarshilik bo'lsa, unda oqim shu qismga intiladi, o'tish kanallarini kengaytiradi va texnologik jarayon buziladi.

Pnevmatik boyitishning **ikkinchi xususiyati** shundaki, bunda havodagi material qatlamidagi zarralarning nisbatan siljishida yuzaga keladigan ishqalanish kuchi moy surkash rolini bajaradigan suvli muhitdagi ishqalanish kuchiga qaraganda ancha katta miqdorga ega bo'ladi. Bu mineral zarralardan hosil bo'lgan havoli suspenziya (vzves) qovushqoqligi ajralish samaradorligiga salbiy ta'sir etadigan katta miqdorga ega bo'lishiga olib keladi.

Verxoturov M.V. bo'yicha yupqa sochilgan fraksiyalar hisobidan zarraning o'rtacha diametrini kamaytirish yo'li bilan suspenziya (vzves) qovushqoqligini pasaytirish mumkindir. Pnevmoitratmali

boyitish amaliyoti, masalan, boyitiladigan materialning past namligi sharoitida kichik muhitda katta sinflar ajralishining nisbatan yuqori samaradorli ekanligini ko'rsatadi.

Pnevmatik boyitishning **uchinchi xususiyati** shundan iboratki, bunda pnevmatik boyitishga duch qilinadigan dastlabki material havoli-quruq bo'lishi lozim, ya'ni, yuzadagi namlik bo'lmasligi kerak, aks holda uning hisobiga zarraning qo'shni zarralar bilan aloqalari soni ortishi (kapilyar-tutashish ko'priklari) sodir bo'ladi va boyitiladigan materialning tuyulma qovushqoqligi oshadi. Materialning yuqori namligi pnevmatik boyitish samaradorligini kamaytiradi va nolgat tushirish mumkin.

Pnevmatik boyitishning **to'rtinchi xususiyati** shundaki, bunda mineral zarralar erkin tushishining oxirgi tezligi v_0 o'nliklar hattoki yuzliklar bilan o'lchanishi mumkin m/s, zarralarning yetish vaqti v_0 ham yuqori bo'lishi mumkin. Shuning uchun mineral zarralarni ajratish jarayoni doim, havo oqimida tezligi mayda (yengil) zarralar tushish tezligidan yuqori, lekin yirik (og'ir) zarralar tushish tezligidan kam bo'lgan mineral zarralar aralashmasini joylashtirib amalga oshiriladi. Bu holatda yengil zarralar havo oqimi bilan ketadi, og'irlari esa cho'kindiga tushadi. Bu, avvalo, pnevmatik tasniflash uchun haqqoniydir.

39-§. Havo yordamida tasniflash

Pnevmatik tasniflash 1,5 dan 0,005 mm gacha yiriklikdagi materialni pnevmatik sinflarga ajratish uchun qo'llaniladi. Ko'pincha bu jarayondan dastlabki mahsulotni ikkita - mayda va yirik sinfga bo'lish uchun foydalaniladi. Pnevmatik tasniflash ko'pincha zarralarning erkin tushish sharoitlariga yaqin bo'lgan sharoitlarda, ya'ni, yumshatish koeffitsientining 0 yuqori qiymatlarida amalga oshiriladi. Mayda kukunlar olishda, rudalarni quruq maydalash sxemalarida, o'rtacha va mayda zarrali materiallarni changsizlantirish va b.larda qo'llaniladi.

Nazariy jihatdan pnevmatik tasniflash gidravlikdan farq qilmaydi. Pnevmatik tasniflashda "mayda" va "yirik" sinflarga ajratish ularning tushish tezliklari bo'yicha amalga oshiriladi, ya'ni, mineral zarralar aralashmasi ajralishi bir vaqtda ularning yirikligi, zichligi va shakli bo'yicha sodir bo'ladi. Shuning uchun pnevmatik tasniflash bilan yiriklik sinflarini olish faqat dastlabki mahsulot monomineral aralashmadan iborat bo'lgan holatda mumkin bo'ladi. Agar dastlabki mahsulot polimineral aralashmadan iborat bo'lsa, unda tasniflash natijasida "pnevmatik" sinflar olinishi mumkin (gidravlikka o'xshashligi bo'yicha). Bu holatda pnevmatik tasniflash shkalasini hisoblash va grafik tarzda zarralar diagrammasini tuzish (tasvirlash) mumkin bo'ladi.

Ko'pincha pnevmatik tasniflash materiallarni yirikligi bo'yicha ajratishda qo'llaniladi. Bu maqsadda qo'llaniladigan apparatlar pnevmatik tasniflagichlar deyiladi. Pnevmatik tasniflagichlarning ko'plab tuzilishlari mavjud, ularning ko'pchiligi seriyali tayyorlanmaydi, loyihasi tuziladi va bevosita foydalanadigan korxonalarda yoki maxsus buyurtma bo'yicha tayyorlanadi.

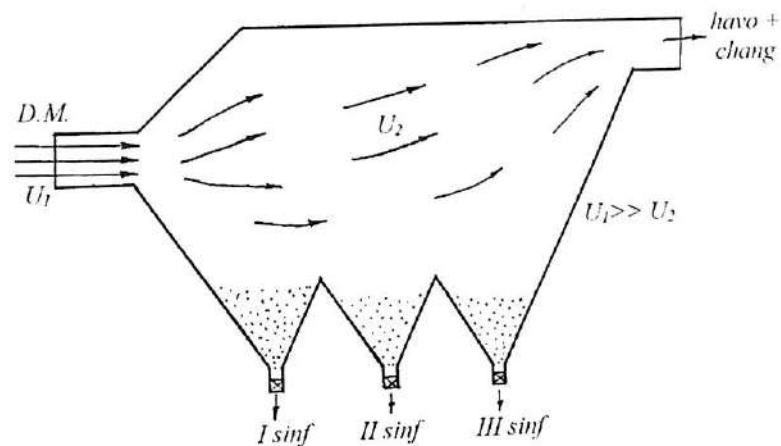
Amaliyotda qo'llaniladigan pnevmatik tasniflagichlarni ikkita guruhga bo'lish mumkin: *gravitatsion va markazdan qochirma*. Gravitatsion tasniflagichlarda zarralarni ajratish uchun gravitatsiya maydonidan, markazdan qochirmada markazdan qochirma maydonidan foydalaniladi.

Eng ko'p qo'llaniladigan *gravitatsion pnevmatik tasniflagichlar* tuzilish bo'yicha quyidagilarga bo'linadi: 1) kamerali; 2) qiya g'alvirli; 3) kaskadli.

Kamerali tasniflagich (10.1-rasm) havo aralashmasi va mayda mineral zarralar o'tadigan kameradan iborat. Tasniflagichni ta'minlaydigan havo quvurida havoning tezligi U_1 havo oqimi bilan tashiladigan eng og'ir zarralarning erkin tushishi tezligidan 2–2,5 marta yuqoridir.

Kesimi ta'minlovchi havo quvuri kesimidan bir necha marta katta bo'lgan havo oqimining tezligi U_2 kameraga kirishda keskin pasayadi va mineral zarralar gorizontal oqimga cho'kadi hamda harakatlana-yotgan oqimdan tushib qoladi. Pastda kamera bir nechta seksiyalarga

ajratilgan, ular piramidasimon to'plamlarni shakllantirgan. Birinchi seksiyaga eng yirik zarralar, oxirgisiga mayda zarralar o'tiradi. Eng mayda changsimon zarralar havo oqimi bilan kameradan chiqib ketadi. Kamerali tasniflagichda yiriklikning soni seksiyalar soniga bog'liq bo'lgan bir nechta sinflarni olish mumkin.



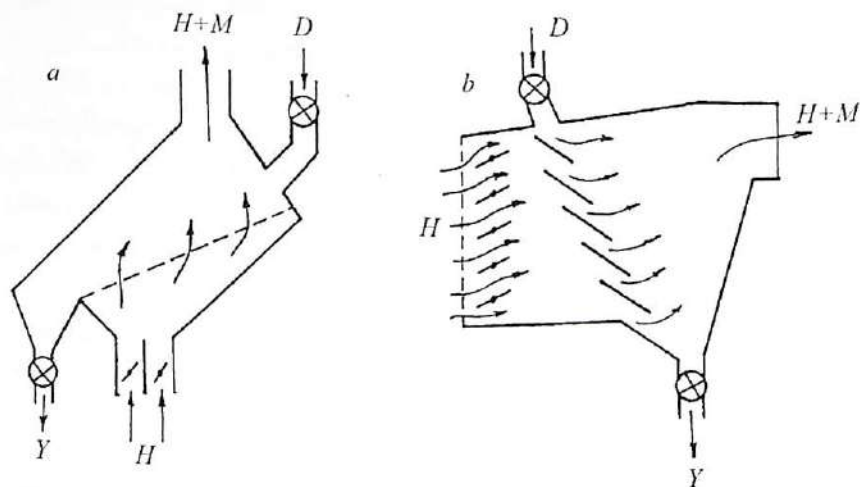
10.1-rasm. Kamerali havoli klssifikatorning sxemasi

Kamerali tasniflagichlar ajralishning yuqori samaradorligi bilan ajralib turmaydi va yiriklikning har bir olinadigan sinfi yondosh sinflar bilan buzilgan bo'ladi. Bu tasniflagichlar ko'pincha dag'al sochilgan changlarni tutib qolish uchun qo'llaniladi.

Qiya g'alvirli gravitatsion tasniflagich (10.2, a-rasm) dastlabki mahsulotni ikkita sinfga ajratish uchun qo'llaniladi. Dastlabki mahsulot zichlab yopilgan ta'minlagich bilan qiya elakning yuqori qismiga beriladi, undan dumalatiladi va zichlab yopilgan tushirgich tushiriladi. Elak bo'ylab harakatlanishda havoning ko'tariluvchi oqimi ta'sirini his etadi, qaysiki u mayda zarralarni qamrab oladi va ularni tasniflagichdan olib ketadi.

10.2, b-rasmda *kaskad tokchali tasniflagich* sxemasi berilgan, u dastlabkini ajralishning berilgan yirikligi ajratish uchun, shuningdek,

foydali va foydasiz minerallarining shakli bo'yicha (asbest, slyudalar) farq qiladigan rudalarni boyitish uchun qo'llaniladi.



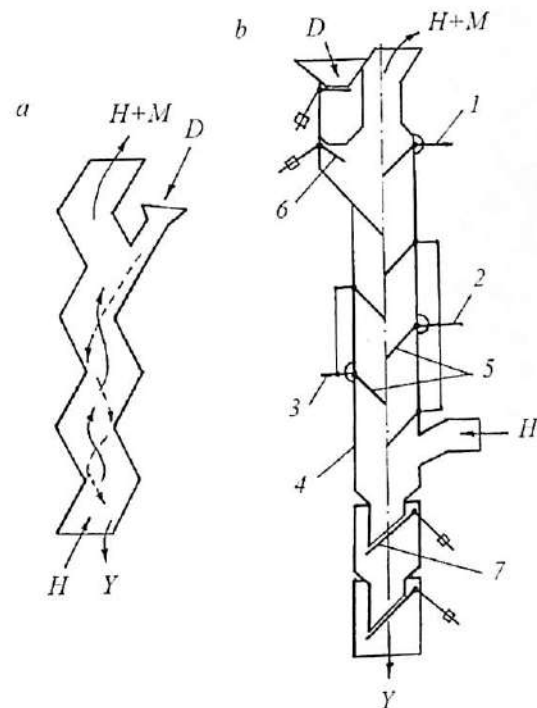
10.2-rasm. Gravitatsion klassifikator:

a – qiya panjarali; b – pog'onali tokchali; N – havo;
D – dastlabki mahsulot; M – mayin sinf; Y – yirik sinf.

Kaskadli tasniflagichlar bir nechta turlarga ega. 10.3, a- rasmda "zigzag" turidagi pnevmatik tasniflagich, 10.3, b-rasmda esa – to'kilma tokchali tasniflagich sxemasi berilgan.

10.4, a - rasmda kaskadli ko'ndalang-tokchali separator (tasniflagich) sxemasi, 10.4 b- rasmda esa elakli va titratgichli havoning gorizontal oqimili kaskadli tasniflagich (separator) sxemasi ko'rsatilgan.

Kaskadli tasniflagichlar tuzilishiga havoni ko'p marotaba puflash bilan boyitiladigan materialning bitta tokchadan boshqa tokchaga to'kilishi g'oyasi kiritilgan. Havoning gorizontal oqimili tasniflagichlar yuqori samaradorlikka ega (10.4, a, b-rasmga qarang), biroq, ular havo oqimining tasniflagich seksiyalari bo'ylab taqsimlanishining sinchkovlik bilan yo'lga qo'yilishini talab qiladi.

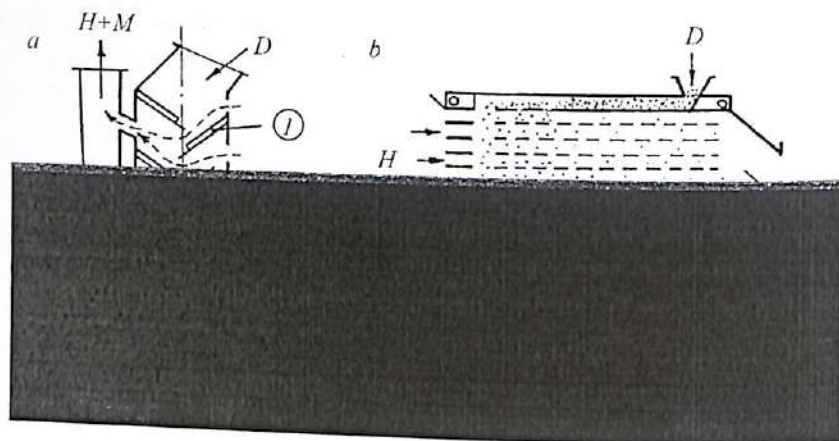


10.3-rasm. Pog'onali klassifikator (separator):

a – «zigzag» turidagi; b – uzatuvchi tokchali; 1, 2 va 3 – tokchani qiyalik burchagini sozlash uchun muruvat; 4 – qobiq; 5 – qiya tokcha; 6, 7 – klapanlar.

Makazdan qochirma tasniflagichlar turli xil tuzilmalarga ega bo'lishi mumkin. Amaliyotda siklonli turdagi tasniflagichlar ko'p tarqalgan. Siklonlar ko'pincha chang tutib qolish sxemalarida havodan dag'al sochilgan changni ajratish uchun qo'llaniladi. Siklonlarning turiga, o'lchamiga va mineral xom ashyo xususiyatiga ko'ra, siklonlarda ajratish yirikligi 40–60 mkm ko'lamda bo'ladi.

Siklonli turdagi apparatlar tuzilishi bo'yicha oddiy, yuritmaga ega emas.

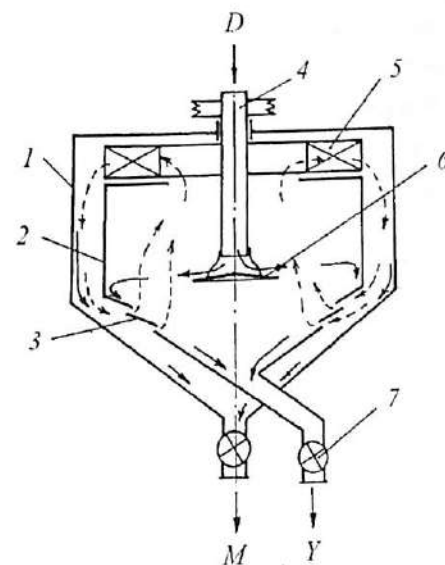


10.4-rasm. Gorizontal havo oqimili havoli separatorning sxemasi:
a - uzatuvchi tokchali; b - gorizontal elaksimon yuzali va titrama.

Apparat ichida aylanadigan havoning yopiq oqimili markazdan qochirma separatorlar (tasniflagichlar) tuzilishi bo'yicha murakkab hisoblanadi (10.5-rasm).

Havoning aylanma oqimili markazdan qochirma separator ikkita - ichki va tashqi korpusdan iborat. Ikkala korpus ham silindrli-konusli. Tashqi korpus zich yopilgan. Ichki konusli qismda jalyuzi mavjud, undan yirik (og'ir) zarralar dumalaydi va zichlangan tushirgich yordamida tushiriladi. Separator ichiga kovak val joylashgan, uning pastki qismiga otuvchi disk mahkamlanadi. Ichki korpus ustida valning yuqori qismida ventilatorli g'ildirak o'rnatilgan. Separatorning yuqori qismida joylashgan kovak valning yuritmasi shkiavlardan, ponasimon kamarli uzatmadan va elektrodvigateldan iborat. Separatorni yuklash yuqoridan kavak val orqali amalga oshiriladi. Dastlabki mahsulot halqali bo'shliqdagi disk bilan ichki korpus silindrli qismining ichki devorlari oralig'idagi disk bilan otiladi. Bunda material havoning ko'tariluvchi oqimini kesib o'tadi. Havo oqimi mayda zarralarni tutib oladi va ularni ventilatorli g'ildirak orqali ichki va tashqi korpuslar o'rtasidagi halqali bo'shliqqa olib chiqadi. Havo oqimining aylanma harakatida va uning bir vaqtning o'zida pastga

tushishida yengil zarralar markazdan qochirma kuchlar ta'siri ostida tashqi korpusning ichki devoriga otiladi, pastga tushadi va zich yopilgan tushirgich bilan tashqi korpusning konusli qismi orqali tushiriladi.



10.5-rasm. Havoning yopiq oqimili markazdan qochma separatorning sxemasi:
1 - tashqi silindr-konusli qobiq; 2 - ichki qobiq; 3 - jalyuzlar; 4 - ichi bo'sh val;
5 - ventilatorli g'ildirak; 6 - sochuvchi disk; 7 - germetik bo'shatgich.

Markazdan qochirma separatorlar (tasniflagichlar) boshqa turdagi tasniflagichlardan shunday afzalligi bilan farq qiladiki, ular hech qanday yordamchi jihozlarni: ventilatorlarni, chang tutgich qurilmalarni va b.larni talab qilmaydi.

Bunday turdagi mashinalar asbestli rudalarni boyitish uchun, shuningdek, yirik zarrali mahsulotlarni changsizlantirish uchun keng qo'llaniladi.

40-§. Havo yordamida saralash

Pnevmatik separatsiya, odatda, boyitiluvchi material orqali ko'tariluvchi havo oqimining o'tishida hosil bo'ladigan suspenziyalarda (vzveslarda) amalga oshiriladi. Suspenziya (vzves) hosil bo'lishi uchun doimiy tezlik bilan harakatlanadigan havoning vertikal oqimlaridan yoki havoning pulslanuvchi oqimlaridan foydalaniladi. Boyitiladigan material teshikli g'alvirda bo'ladi. Material qatlamini yumshatish va suspenziya (vzves) hosil qilish uchun teshikli g'alvir ostida va boyitiladigan material (o'rindiq) ustida havo bosimining tafovutini hosil qilish lozim.

Teshikli g'alvirda o'rindiqlarning jipslashgan holatida muvozanatlashtirish uchun zarur bo'lgan *havoning statik bosimi* quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$R_{CT} = \theta \delta_{o'rt} h, \quad (10.1)$$

bunda, R_{CT} – statik bosim, N/m^2 ; θ – o'rindiq yumshatilishi koeffitsienti; $\delta_{o'rt}$ – o'rindiqlarning o'rtacha zichligi, kg/m^3 ; h – o'rindiq balandligi, m.

Havoning zarralar o'rtasidagi oraliqlardan o'tishida statik bosim qisman dinamikka o'tadi, bunda o'rindiq yumshaydi, oquvchan holatga o'tadi, suspenziya (vzves) hosil bo'ladi va o'rindiq zichligi bo'yicha qatlamlarga ajraladi.

O'rindiqlarni yumshatish uchun zarur bo'lgan *dinamik bosim* zarralar tushishining oxirgi tezligiga v_{st} bog'liq. U quyidagidan kam bo'lmasligi lozim

$$R_d = \Delta_v v_{CT}^2 / 2, \quad (10.2)$$

bunda, R_d – dinamik bosim, N/m^2 ; Δ_v – havo zichligi, kg/m^3 ; v_{CT} – eng katta o'lchamdagi zarralarning siqilgan tushishi tezligi, m/s.

Pnevmatik boyitish apparatining me'yoriy ishlashini ta'minlash uchun o'rindiq qalinligining har bir santimetriga kamida $30-60 N/m^2$ havo bosimini ta'minlash lozim, ventilator hosil qilgan bosim esa ko'rsatilgan miqdordan 1,5-2 marta yuqori bo'lishi zarur.

O'rindiq balandligi bo'ylab pastdan yuqoriga o'tishda havoli oqim bosimni yo'qotadi, shuning uchun o'rindiqlarning muallaq holatda hosil bo'lgan har bir qatlamini saqlab qolishga ko'tariluvchi havo oqimining qat'iy belgilangan tezligi mos keladi. Bunda ushbu qatlamdagiga qaraganda og'irroq zarralar pastga cho'kadi, yengilroqlari esa yuqoriga ko'tariladi.

Havo dinamik bosimining ortiqchaligi ajralish jarayoni samaradorligining buzilishiga va pasayishiga olib keladi. Bu holatda apparat ishini tartibga solishda havo o'tishiga o'rindiq qarshiligini oshirish, ya'ni, uning balandligini oshirish lozim.

Cheklanishli tasniflangan materialni boyitish uchun keng tasniflanganga qaraganda, havoning ko'p sarflanishi talab etiladi.

Foydali qazilmalarni pnevmatik boyitishda pnevmatik separatsiya bilan bir qatorda pnevmatik tasniflash ham keng qo'llaniladi. Bunda har bir aniq holatda ko'p universallikka ega bo'lmagan, aynan aniq materialni boyitish uchun ishlab chiqilgan mashina va apparatlar qo'llaniladi. Pastda ko'mir va xrizotil-asbest rudalarini pnevmatik boyitishning misollari ko'rib chiqiladi.

41-§. Ko'mirni havo yordamida boyitish

Boyitish sxemasining oddiyligi, fabrikalarni qurishda asosiy xarajatlar kamligi, boyitishning past tannarxi, texnologik maqsadlar uchun suv talab qilinmasligi, boyitishning quruq mahsulotlari olinishi ko'mirni pnevmatik boyitish usullarining afzalliklaridir.

Boyitish natijalarining dastlabki ko'mir namligiga bog'liqligi va boyitishning nisbatan past samaradorligi ko'mirni pnevmatik boyitishning kamchiliklari hisoblanadi.

Boyitishning qoniqarli natijalarini olish uchun toshko'mirning namligi 8 % dan, qo'ng'ir ko'mirniki – 15 % dan oshmasligi lozim.

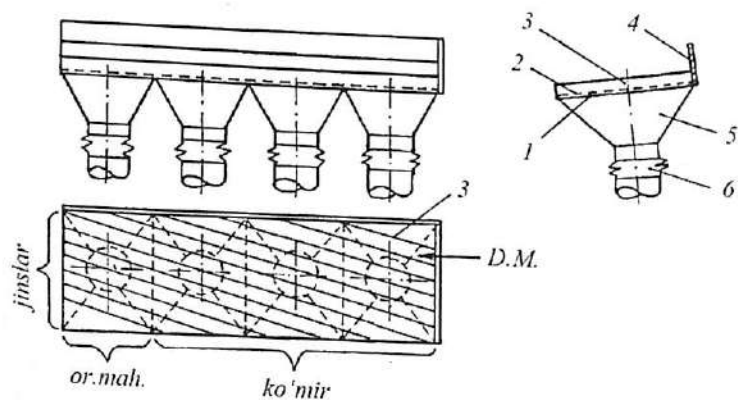
Ko'mirni pnevmatik boyitishning samaradorligi yuqori bo'lmaganligi tufayli u sifatiga talab yuqori bo'lmagan energetik ko'mirlarni boyitishda qo'llaniladi.

Ko'mirni boyitish uchun uch turdagi mashinalardan foydalaniladi:

1. Pnevmatik separatorlar – pnevmatik tebratuvchi konsentratsion stollar.
2. Pnevmatik cho'ktirish mashinalari.
3. Aerosuspension separatorlar.

Pnevmatik separatorlar ko'mirning nisbatan yirik sinflarini (6–25 dan 50–100 mm gacha) boyitish uchun qo'llaniladi. Separator dekadani tuzilgan (10.6-rasm), uning yuzasi uchburchak, dumaloq, aylana yoki ellipsli g'alvirdan iborat, u orqali pastdan yuqoriga havo oqimi o'tadi. Dekaga 7–10° burchak ostida deka bo'ylama o'qiga qiya bo'lgan rifellar o'rnatiladi. Dekani qiyalikning bo'ylama va ko'ndalang burchaklariga ega, ular 4–11° chegaralarda tartibga solinishi mumkin.

Separator dekalari uzunligi bo'yicha 3–4 maydonga bo'lingan. Har bir maydonga pastdan diffuzor ulangan, u orqali deka g'alviriga havo pulslanuvchi oqim yetkaziladi. Havo pulslanishi soni 62–192 min⁻¹ chegaralarda belgilanadi. Dekani 10–6 mm amplitudada 200–450 min⁻¹ chastotali qaytma-ilgarilanma bo'ylama tebranishlarni amalga oshiradi.



10.6-rasm. Havoli separator dekasi (titrama konsentratsion stol):

1 – rama; 2 – panjara; 3 – rifl; 4 – uriluvchi doska; 5 – diffuzor; 6 – elastik yeng

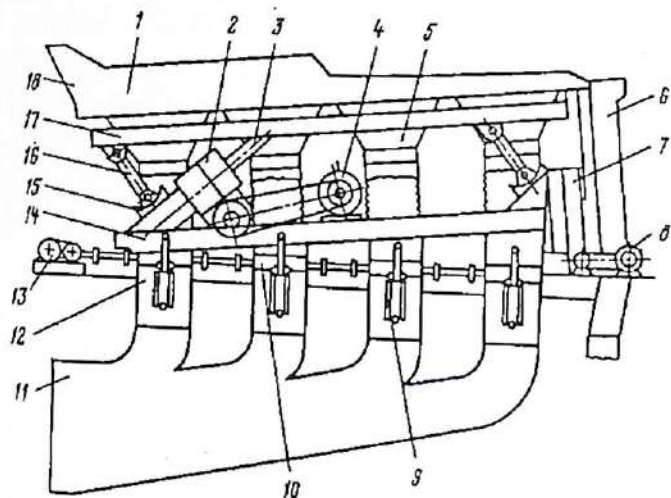
Dekaning qaytma-ilgarilanma tebranishlari hisobidan dastlabki ko'mir rifellar bo'ylab dekaning yuqoridagi oxiriga siljiydi. Pastdan kiradigan havoning pulslanuvchi oqimi qatlamlarga ajraladigan material (o'rindiqlik) qatlamini yumshatadi: yuqori qatlamda yengil ko'mir zarralari, pastda esa og'ir jinsli zarralar to'planadi. Ko'mir zarralari rifellar orqali dumalaydi va deka yon tomonida joylashgan ko'mirni qabul qilish voronkasiga tushiriladi. Og'ir jinsli zarralar deka yuklanishiga qarama-qarshi yon yuzadan tushiriladi. Shunday qilib, dekada mahsulotlar yelpig'ichi hosil bo'ladi. Mahsulotlar yelpig'ichida olinadigan mahsulotlar o'rtasida aniq chegaralar mavjud emas. Shuning uchun jinslar va ko'mirni tushirish zonasi oralig'ida *qayta yuvish mahsuloti* (peremivochniy) deb nomlanuvchi mahsulot olinadi, u dastlabki mahsulotga qo'shiladi va aylanma yuklanish sifatida separatorga qaytariladi.

10.7-rasmda OSP-100 turidagi pnevmatik separator tuzilishi sxemasi ko'rsatilgan.

Pnevmatik separatorlar bitta qo'zg'aluvchan ramada joylashgan chap va o'ng dekadani iborat bir dekali va ikki dekali (tomsimon) bo'lishi mumkin. Separatorlarning har xil turlarida dekalarni maydoni 6,2 dan 17 m² gacha ko'lamda o'zgarib turadi.

Boyitish amaliyotida pnevmatik separatorlarning quyidagi turlari qo'llaniladi: USh-3 – 40 t/s gacha unumdorlikli doimiy havo oqimili bir dekali separator; SP-12, SP-6 – 12 va 6,7 m² dekani maydonli bir dekali; OSP-100 va SPB-100 – unumdorligi 100 t/s gacha; SPK-40 – unumdorligi 40–50 t/s.

Har bir separator ustiga dekani yopuvchi va havo so'rilishini kamaytiruvchi, qaysiki undan separatorga yetkaziladigan havodan 20–30 % miqdorda changli havo so'rib olinadi, brezent pardali tortuvchi zont o'rnatiladi. Oxirgisi ishchi xonaga chang tushishining oldini oladi.



10.7-rasm. OSP-100 havoli separatorning sxemasi:

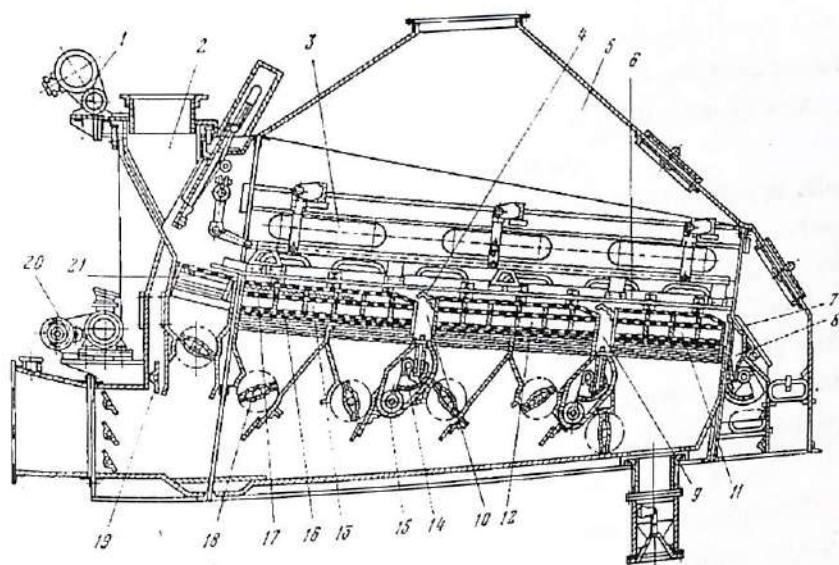
1 – deka; 2 – reduktor; 3 – shatun; 4 – elektr dvigatel; 5 – diffuzor;
6 – bo'sh jinslarni bo'shatish uchun nov; 7 – vintli mexanizm; 8 – aylanuvchi ramani ko'taruvchi qurilmasining yuritgichi; 9 – deka ostida joylashgan drosselli muruvat bilan bog'langan sharnirli tyaga; 10 – pulslantirgich; 11 – havo kanali; 12 – havo kanalidan chiqarish; 13 – privod pulslantirgichning yuritgichi; 14 – aylanuvchi rama; 15 – tayanchni qiyaligini sozlash uchun sverasimon yo'naltirgiya; 16 – qiya tayanchlar; 17 – rama; 18 – dastlabki ko'mirni qabul qilish uchun ariqcha.

Pnevmatik cho'ktirish mashinasi POM-2A (10.8-rasm) 0–13 mm yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun qo'llaniladi va 80 t/s gacha unumdorlikka ega.

Mashina 10° burchak ostida gorizontga qiyalangan ikki qavatli cho'ktirish g'alviriga ega. G'alvirlar o'rtasida 15 mm diametri chinni shariklardan bo'lgan sun'iy o'rindiqlar joylashgan, u havo oqimini cho'ktirish g'alvirining butun maydoni bo'ylab bir tekis taqsimlash maqsadida oqimga qo'shimcha qarshilik hosil qilish uchun xizmat qiladi. Cho'ktirish g'alviri ustida, cho'ktirish o'rindig'i balandligini chegaralovchi masofada tebranuvchi zonalashgan (cho'ktirish o'rindig'ini tekislovchi) plita osilgan. Cho'ktirish g'alvirida ikkita ko'ndalang tirqishlar mavjud, ular orqali sektorli tushirgichlar va vintli konveyerlar yordamida jinsli va sanoat mahsulotlari fraksiyalar tushiriladi.

Cho'ktirish g'alviri oxirida material qatlami ko'mir fraksiyasiga (yuqori qatlam) va qayta yuvish mahsulotiga (pastki qatlam) bo'linadi, tushirish bo'lish shiberi 7 bilan tartibga solinadi.

Cho'ktirish g'alviri ostida havoning pulslanuvchi oqimi beriladi, u cho'ktirish o'rindig'i orqali o'tib, uni yumshatadi, unga oquvchanlik beradi. O'rindiqlar yumshagan holatda asta-sekin yuqori ko'mirli va pastki jinsli fraksiyaga ajraladi. Jinslarning shakllanib bo'lgan qatlami cho'ktirish g'alvirida ko'ndalang tirqish orqali tushiriladi. Mashinaning keyingi seksiyasida pastki sanoat mahsuloti qatlami shakllanishi sodir bo'ladi, u ham ko'ndalang tirqish orqali tushiriladi. Mashina oxirgi seksiyasining pastki qatlami ajralib tushadi va qayta yuvish mahsuloti sifatida cho'ktirish mashinasiga qaytariladi.



10.8-rasm. POM-2A havoli cho'ktirish mashinasi:

1 – titratgich; 2 – yuklovchi quti; 3 – to'shamaning holatini kuzatish uchun lyuk;
4 – bo'shatuvchi tuynuk; 5 – so'ruvchi zont; 6 – cho'ktirish panjarasi; 7 – bo'luvchi shiber;
8, 9 – oraliq mahsulotni bo'shatish uchun cho'ntak; 10 – jinslarni bo'shatish;
11, 12 va 13 – maydon: boyitma, oraliq mahsulot va chiqindi uchun; 14 – sakrovchi bo'shatuvchi klapan; 15 – shnek; 16 – pardali muruvat; 17 – suniy to'shama; 18 – pulslantirgich; 19 – drossel; 20 – mashina yuritgichi; 21 – qo'shimcha maydon

Uni aylanuvchi yuklama ko'rinishida chiqarish nisbatan toza ko'mir fraksiyasi olish uchun qilinadi.

Aerosuspension separatorlar 1–13 mm yiriklikdagi ko'mirni boyitish uchun qo'llaniladi.

Aerosuspensiyalarda boyitish usuli vertikal havo oqimlari ta'siri ostida hosil bo'ladigan aerosuspensiyaning mavhum (soxta) qaynash qatlamida mineral aralashmalarni ajratishga asoslangan.

Aerosuspensiyalar og'irlashtirgichi sifatida kvarsli qum, magnetit, qo'ng'ir temirtoshli ruda, galenit va b. qo'llaniladi. Og'irlashtirgichlarning uch komponentli: 0,15–0,05 mm yiriklikdagi qum, magnetit va ferrosilitiy aralashmalari holatida boyitishning eng yaxshi natijalari olinadi. Bunday uch komponentli aralashma og'irlashtirgichlar konsentratsiyasining o'zaro nisbatlariga bog'liq holda, 1400 dan 3300 kg/m³ gacha ajralish zichligi mavjud aerosuspensiya olish imkonini beradi. Aerosuspension separatorlarni rudalarni boyitishda ham qo'llash mumkin.

Aerosuspensiyalar zichligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$\Delta_s = \delta_{o'rt} (1 - \theta), \quad (10.3)$$

bunda, Δ_s – aerosuspensiya zichligi, kg/m³; $\delta_{o'rt}$ – og'irlashtirgichning o'rtacha o'lchangan zichligi, kg/m³; θ – aerosuspensiyada og'irlashtirgichning yumshash koeffitsienti.

Og'irlashtirgichning mavhum (soxta) qaynash holatiga o'tishi qatlam balandligining Δh miqdorga oshishi bilan birga kechadi. Agar og'irlashtirgich qatlamining dastlabki balandligi h_0 orqali belgilansa, unda qaynovchi qatlam balandligi H quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$H = h_0 + \Delta h \quad (10.4)$$

Suspensiya barqarorligini saqlash uchun suspensiya qatlami ustida va qatlam ostida havo bosimining farqini doimiy saqlab turish lozim, bu quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$\Delta p = H \delta_{sr} \Omega g, \quad (10.5)$$

bunda, H – suspensiya qatlami balandligi, m; δ_{sr} – og'irlashtirgichning o'rtacha zichligi, kg/m³; Ω – suspensiyada og'irlashtirgichning hajmiy konsentratsiyasi, d. ye.; g – og'irlik kuchi tezlanishi, m/s².

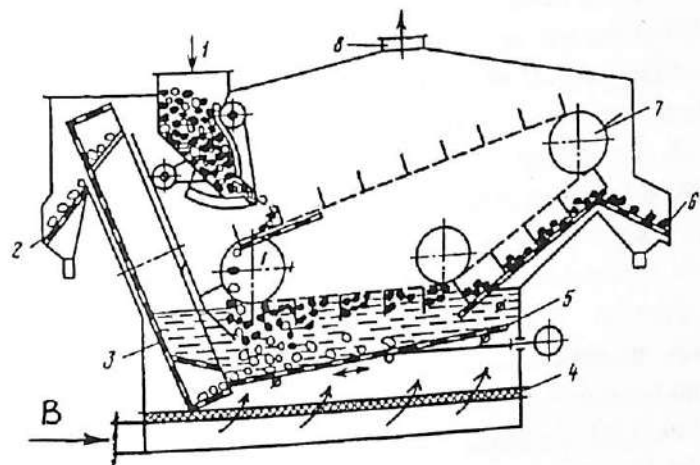
Og'irlashtirgich qatlamida havo oqimining maqbul tezligi 1,01–0,14 m/s chegaralarda o'zgarib turadi.

Ko'mirni boyitishda quyidagi o'zaro nisbatni saqlash lozim

$$d_1/d_2 = (\delta_2 / \delta_1), \quad (10.6)$$

bunda, d_1 va d_2 – eng kichik ko'mir zarralari va og'irlashtirgichning eng katta zarralari o'lchamlari; δ_1 va δ_2 – ko'mirning va og'irlashtirgichning zichligi.

(10.6) o'zaro nisbat boyitiladigan ko'mirning joiz bo'lgan eng kichik yirikligini hisoblash imkonini beradi.



10.9-rasm. Aerosuspensiyali separatorning sxemasi:

- 1 – dastlabki ko'mir uchun bunker; 2 – og'ir mahsulot uchun drenaj g'alviri; 3 – elevatorli g'ildirak; 4 – g'ovak plita; 5 – harakatlanuvchi elak; 6 – yengil mahsulot uchun drenaj g'alviri; 7 – yengil mahsulotni chiqarib tashlash uchun konveyer; 8 – quvurli zont

10.9-rasmda SKS-1 aerosuspension separator sxemasi ko'rsatilgan.

Separator vanna pastidagi tekis g'ovak to'siqli to'g'ri burchakli vannadan iborat. Vannada quyidagilar o'rnatilgan: og'ir (cho'kkan) fraksiyani tushirish uchun elevatorli g'ildirak; cho'kkan fraksiyani ele-

qatorli g'ildirakka siljitish uchun g'alvir – konveyer; yengil fraksiyani tushirish uchun kurakli konveyer; sektorli tambali ta'minlash bunkerini.

Hosil qilinayotgan aerosuspenziyaning butun maydoni bo'ylab havo oqimining bir tekis taqsimlanishini ta'minlovchi g'ovak to'siqlar sifatida kigizdan, g'ovak keramika va b.lardan foydalaniladi.

42-§. Asbestli rudalarni havo yordamida boyitish

Asbestli rudalarni boyitish asbest shaklidagi tafovutga va jinslar zarralariga asoslangan.

Asbestli ruda saqllovchi jinslarning va xrizotil-asbest mineralining zichligi deyarli bir xil – mos ravishda 2650 va 2600 kg/m³. Rudani maydalashda asbest tomirlari ochiladi, jinslardan ajratiladi, asbestli minerallar esa tola agregatlarini hosil qilib, yumshab hurpayadi. Asbest tolalari jinslar zarralariga qaraganda tarqalishning ancha kam tezligiga ega bo'ladi va ularni havoning ko'tariluvchi oqimida ajratish oson, agar uning tezligi asbestning tolali agregatlari tarqalishi tezligi bilan jinslar zarralari tarqalishi tezligi o'rtasidagi oraliq qiymatga ega bo'lsa. Asbest tolalari yumshab hurpayishi darajasiga bog'liq ravishda, asbest "ignalari" (tolaning deformatsiyalanmagan agregatlari) teng tushish koeffitsienti ignalar diametriga bog'liq holda, 4–7 ga yetishi mumkin.

Asbestli rudalarni boyitish uchun inersion harakatli g'alvirlar (GID) va separator ichkarisida aylanadigan havoning yopiq oqimili markazdan qochirma separatorlar (Mexanobr-2800) keng qo'llanilishga ega.

Inersion harakatli g'alvir (GID-1500; GID-2000) (10.10-rasm) egiluvchan troslar yordamida tayanch ramaga osilgan metalli qutidan iborat. G'alvir ikkita elakli: yuqoridagi elak tasniflovchi, pastkisi esa- changsizlantiruvchi. G'alvir yuritmasi g'alvir qutisiga pastdan mahkamlangan va debalansli yukka ega bo'lgan shkvindan iborat.

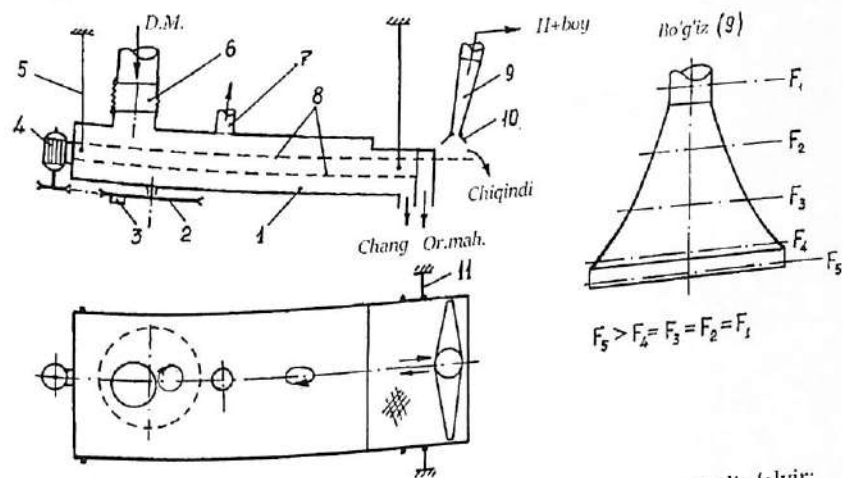
Shkv g'alvir qutisining orqa devoriga mahkamlangan elektrodvigatel bilan aylantiriladi. Yuritmal shkvdagi debalans tufayli g'alvir

qutisi yuritma sohasida aylanma harakatni amalga oshiradi. Tushirish oxirida g'alvir qutisi gorizontall tekislikda egiluvchan troslar bilan tayanch ramaga bog'langan, shuning natijasida g'alvirning ustida so'ruvchi soplo joylashgan tushirish oxiri qaytma-ilgarilanma harakatni amalga oshiradi.

Rudaning g'alvir elaklari bo'ylab harakatlanishida uning segregatsiyasi sodir bo'ladi. Jinslarning to'kilma massasidan 4-5 marta kam bo'lgan to'kilma massaga ega bo'lgan asbestli tola jinslar yuzasiga qalqib chiqadi va soplo tomonidan so'rib olinadi.

GID g'alvirli qurilma bir vaqtning o'zida quyidagi operatsiyalarni bajaradi: rudani oldindan tasniflash, uni boyitish va asbestli konsentratni boyitish sexining har qanday nuqtasiga tashish. Olinadigan konsentrat havo oqimi bilan siklongacha tashiladi, u yerda u havodan ajratiladi. Changlangan havo changdan tozalashga duch qilinadi va sexga qaytariladi, qisman atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Rudaning boyitiladigan sinfi yirikligiga bog'liq holda, bitta g'alvirga havoning sarflanishi (12–14)·10³ m³/s ko'lamda o'zgarib turadi.



10.10-rasm. Xrizotil asbest rudalarini boyitish uchun inersiyali g'alvir: 1 – g'alvir qutisi; 2 – yuritgich shkivi; 3 – debalans; 4 – elektr dvigatel; 5 – qutini osib qo'yish uchun egiluvchan sim arqon; 6 – birlashtiruvchi egiluvchan yeng; 7 – aspiratsion quvur; 8 – elak; 9 – bo'g'iz; 10 – aylanuvchi plastalar; 11 – egiluvchan sim arqon.

"Mexanobr-2800" turidagi markazdan qochirma pnevmatik separator "Vinzihter" markazdan qochirma tasniflagichning prototipi hisoblanadi, yopiq havoli oqim bilan ishlaydi va havoni yetkazish yoki chiqarishni talab qilmaydi.

"Mexanobr-2800" separatori tuzilishining asosiy sxemasi markazdan qochirma pnevmatik tasniflagichniki bilan bir xil (10.5-rasmga qarang). Separator 2800 mm diametrli tashqi silindrokonusli zich yopilgan korpusdan iborat. Separator o'qi bo'ylab vertikal kovak val joylashgan, unga quyidagilar mahkamlangan: yuqori qismida – ventilatorli g'ildirak; o'rtasida – radial joylashgan urib sindiruvchi belkuraklar; pastki oxirda – otuvchi disk. Urib sindiruvchi belkuraklarning mavjudligi «Mexanobr-2800» separatorining markazdan qochirma pnevmatik tasniflagichdan farq qiladigan belgisi hisoblanadi (10.5-rasmga qarang). Separator ichki korpusining konusli qismida jalyuzilar (to'kilma tokchalar) joylashgan. Separator vali aylanishida ichki korpusdan havoni so'rib olish amalga oshiriladi. Havo oqimi ichki va tashqi korpuslar o'rtasidagi bo'shliqqa ventilator bilan chiqariladi, aylanib, pastga tushadi, jalyuzi orqali ichki korpusning konusli qismiga o'tadi va yuqoriga ventilatorli halqaga ko'tariladi. Havoning aylanma oqimi ana shunday hosil qilinadi, uning tezligi ventilatorli g'ildirakning aylanish chastotasiga bog'liq. Ruda sinfi kovak val orqali otuvchi diskka yuklanadi, u rudani disk bilan ichki korpus silindrli qismining ichki devorlari o'rtasidagi halqali bo'shliqqa tashlaydi. Bunda ruda havoning ko'tariluvchi oqimini kesib o'tadi, oqim uni qamrab oladi va asbestli tolani olib ketadi. Valga mahkamlangan urib sindiruvchi belkuraklar havoning uyurmali (girdobli) oqimini hosil qiladi, asbest agregatlariga mexanik ta'sir o'tkazadi va tola tomonidan qamrab olingan jinslar zarralari tushishiga yordam beradi. Asbest, havoning aylanuvchi oqimida separator korpuslari o'rtasidagi bo'shliqdan o'tib, tashqi korpus devoriga otib tashlanadi, konusli qismga tushadi, va olti parrakli zich yopilgan tushirgich yordamida tushiriladi. Jinslar zarralari, ichki korpus silindrli qismining ichki devorlariga yetib, jalyuzilar ustidan o'tadi, bu yerda

ularning nazoratli separatsiyasi amalga oshadi va zich yopilgan tushirgich bilan tushiriladi.

Separator "Mexanobr-2800" asbestli rudalar yirikligining barcha sinflarini boyitish uchun qo'llanilishi mumkin. Separatorda boyitishning texnologik ko'rsatkichlari rudani oldindan tasniflashning samaradorligiga bog'liq. Oldindan g'alvirlash samarasi qancha yuqori bo'lsa, asbest ajratib olish shuncha yuqori (98 % gacha) va konsentrat sifati ham yuqori bo'ladi.

GID g'alvirlariga qaraganda "Mexanobr-2800" separatorining afzalligi shundaki, bunda uning ishlashi uchun hech qanday qo'shimcha jihozlar (ventilatorlar, chang tozalash apparatlari) talab qilinmaydi. Uning ancha balandligini (6m) va ko'p metall sarflanishi uning kamchiliklari hisoblanadi.

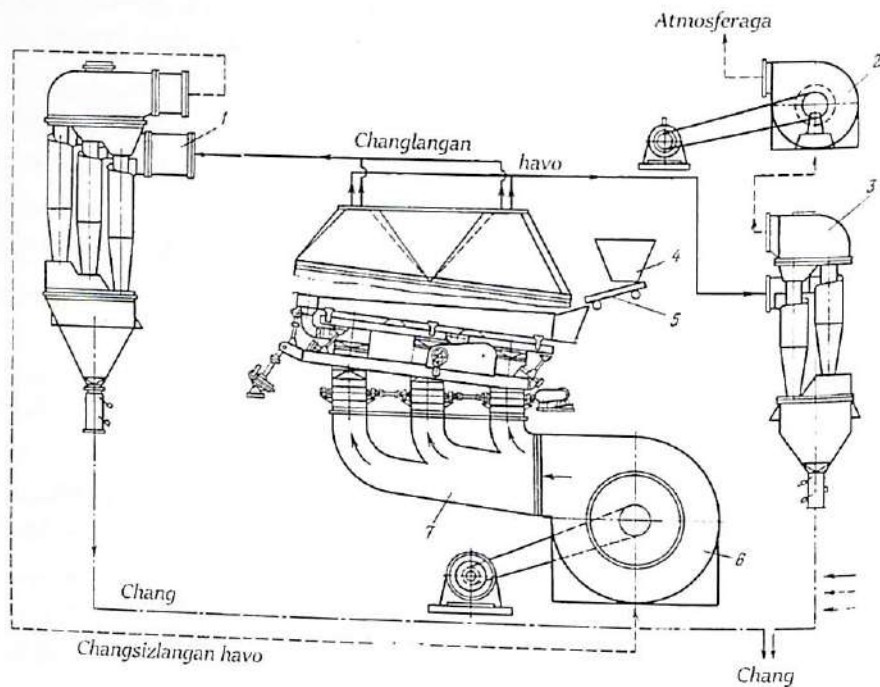
43-§. Havo yordamida boyitish uskunalari

Pnevmatik boyitish apparatlarining me'yoriy faoliyat yuritishi uchun siqiq havoni yetkazish, changlangan havoni chiqarish, uni changdan tozalash uchun qo'shimcha jihozlar talab qilinadi. Asbestli rudalarni boyitish uchun qo'llaniladigan "Mexanobr-2800" separatori bundan mustasnodir, u to'liq avtonomiyaga ega. 10.11-rasmda separatorga havoni haydovchi ventilatorning boyitish apparatidan (SP-6); so'ruvchi zontdan; changlangan havoni changdan tozalash uchun batareyali siklonlardan iborat bo'lgan ko'mirni pnevmatik boyitish qurilmasining asosiy sxemasi keltirilgan.

Havoning asosiy massasi changdan tozalangach, separatorga qaytariladi. Havoning bir qismi esa (asosiy oqimning 20-30 %) ikki bosqichli chang tozalashdan – batareyali siklonlar va namli chang tutgichlar yoki filtrlardan (sxemada ko'rsatilmagan) o'tadi, so'ngra esa atmosferaga chiqariladi.

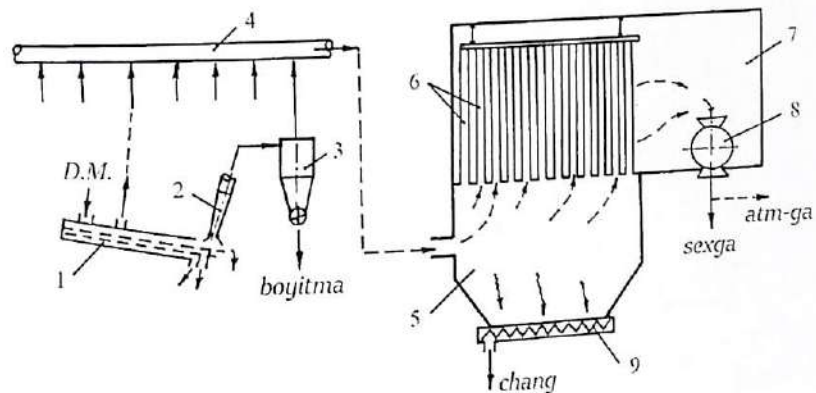
Asbestli rudalarni boyitishda zamonaviy fabrikalarda bino ichida aylanma havoli pnevmotransportning markazlashgan tizimi deb nomlanuvchi tizimdan foydalaniladi (10.12-rasm). Bunda barcha

texnologik apparatlar (jihozlarning yuzlab birliklari) siklonlar orqali umumiy havo quvuriga ulanadi, unda changlangan havo dag'al sochilgan chang tutib qolinishi uchun changni cho'ktirish kamerasiga tushadi.



10.11-rasm. SP-6 havoli separatorining havo tizimi sxemasi:
1, 3 – batareyali changtutgichlar; 2 – ventilyator; 4 – bunker; 5 – ta'minlagich;
6 – texnologik ventilyator; 7 – SP-6 havoli separatori.

Chang kamerasi ustida vakuum-kamerada joylashgan shlangli filtrlar o'rnatilgan, unda vakuum-kameradan havoni so'rib oluvchi kuchli ($Q_{\text{havo}} = (250-350) \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$) ventilatorlar o'rnatilgan. Kamerada zaryadsizlash 400-450 mm suv ustunini tashkil etadi. Toza havo vakuum-kameradan boyitish korpusining barcha qavatlarini bo'ylab shaxta bo'yicha taqsimlanadi. Shlangli filtrlarning f.i.k. 99,9 % dan kam bo'lmagan miqdorni tashkil etadi.

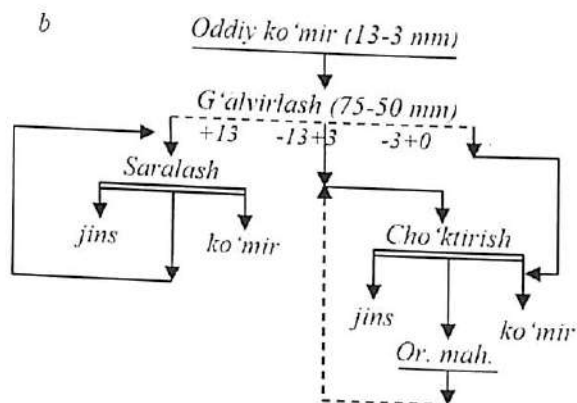
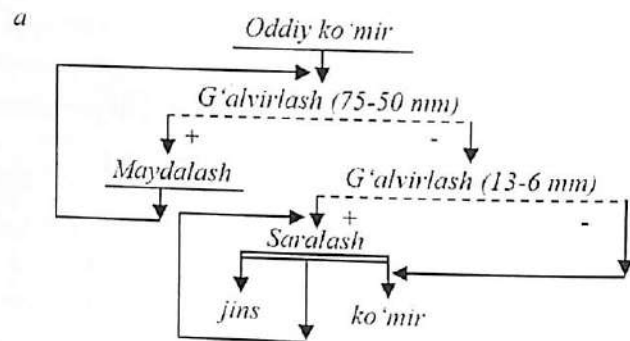


10.12-rasm. Havoli transportning markazlashgan tizimi sxemasi:
1 - g'alvir GID; 2 - bo'g'iz; 3 - siklon; 4 - kollektor; 5 - chang bostiradigan kamera;
6 - yengli filtrlar; 7 - vakuum-kamera; 8 - ventilator; 9 - vintli konveyer.

44-§. Havo yordamida boyitishning texnologik sxemalari

Ko'mirni pnevmatik boyitishning asosiy sxemalari 10.13, a, b-
rasmda ko'rsatilgan.

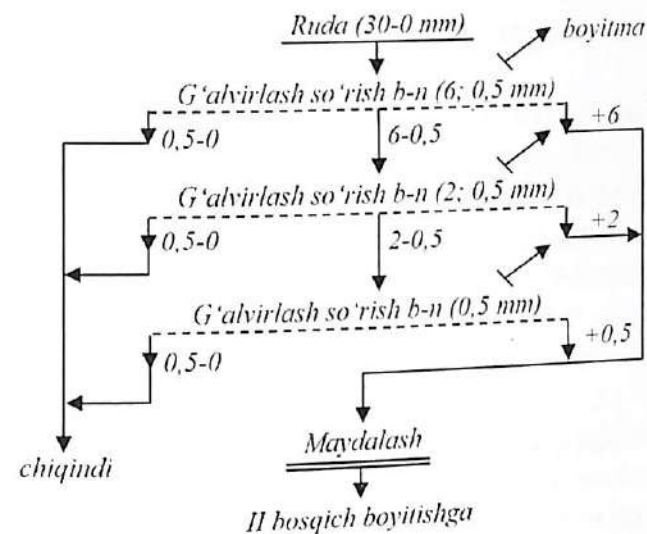
75-50 mm dan yirikroq sinfni ajratish uchun oddiy ko'mir g'alvirlashga duch qilinadi, qaysiki maydalashdan so'ng oldindan elashga qaytariladi. Birinchi elashning g'alvir osti mahsuloti mayda-chuydalarni- "elanganni" chiqarib yuborish uchun ikkinchi elashga tushadi (10.13, *a*-rasm), ular boyitishsiz separatsiya konsentratiga qo'shiladi, chunki, odatda, yirik sinflar kulchanligiga qaraganda kam kulchanlikka ega bo'ladi. "*a*" sxemasi bo'yicha boyitish chuqurligi 13 (6) mm tashkil etadi. 3 (1) mm boyitish chuqurligida (sxema *b*). Dastlabki ko'mir uchta yiriklik sinfiga bo'linadi: 75-25(13) mm; 25(13)-3(1) mm va minus 3(1) mm (elangan).



10.13-rasm. Ko'mirni havo yordamida boyitish sxemasi:
a – 13(6) mm boyitish chuqurligida; b – 3(1,0) mm boyitish chuqurligida.

Nol boyitish chuqurligida olinadigan elangan mahsulot (1–0 mm) flotatsiyali boyitishga duch qilinadi.

Asbestli rudalar maydalangandan va oldindan quritilgandan so'ng 2-2,5 % namlikkacha boyitishning har bir bosqichida rudalarni oldindan tasniflash bilan 2-5 bosqichda boyitiladi. Birinchi bosqichda asbestli konsentratlarni olishning asosiy sxemasi 10.14-rasmda ko'rsatilgan.



10.14-rasm. Xrizotil asbest rudasini birinchi bosqichda boyitish sxemasi.

Dastlabki bosqichda asbestli ruda elash bilan yiriklikning 2-3 boyitish sinflariga bo'linadi va undan chang elanadi (sinf 0,5–0 mm). Yiriklik har bir sinfining boyitish chiqindilari birlashtiriladi va zarb harakatli maydalagichlarda yanchib maydalashga duch qilinadi. Maydalangan ruda sxemasi birinchi bosqich sxemasiga o'xshash bo'lgan boyitishning ikkinchi bosqichiga tushadi. Boyitish bosqichlari sxemalari faqat oldindan elash elaklari shkalalari bilan farq qiladi. Tasniflovchi elaklar teshigi o'lchamlari bosqichdan bosqichga kichrayadi, chunki maydalashda ochiladigan asbest tolalar uzunligi bosqichdan bosqichga qisqaradi (kamayadi).

Olinadigan asbestli konsentratlar siklonlarga cho'ktiriladi va qayta tozalashga– mayda jins zarralari va changni yo'qotishga va maxsus tuzilmali barabanli g'alvirlarda tolalar uzunligi bo'yicha tasniflashga duch qilinadi.

XULOSA

Yer ostidan qazib olinayotgan foydali qazilmalarning sifati foydali minerallar miqdori bo'yicha doimiy ravishda yomonlashmoqda. Qiymatli konlar doim qazib olinadi, shuning uchun ishlab chiqarishga kambag'alroq konlarni jalb etishga to'g'ri kelmoqda. Bundan tashqari, o'n yillab amalda bo'lgan kon-boyitish va metallurgik korxonalarda ajratib olinmagan asosiy hamda yo'ldosh qimmatbaho komponentlar mavjud bo'lgan balansdan tashqari rudalarning, chiqindilarning, metallurgik ishlab chiqarish shlaklarining katta zahiralari to'planib qolgan.

Mineral xom ashyo tanqisligi tufayli boyitish fabrikalarining to'planib qolgan chiqindilari va metallurgik ishlab chiqarish shlaklari boyitish fabrikalarida qayta ishlashga jalb qilinmoqda.

Boyitish fabrikalari ishining foydaliligini (rentabelligini) oshirish maqsadida, shuningdek, atrof-muhitni, tabiatni zararli ta'sirlardan himoyalash maqsadida zamonaviy kon-boyitish korxonalari oldiga mineral xom ashyodan kompleks foydalanish, chiqindisiz ishlab chiqarishni tashkil qilish va amalga oshirish masalalari qo'yilgan. Bu masalalarni hal qilish yuqori unumdorlikka va samaradorlikka ega yangi sanoat uskunalaridan foydalanib, xom ashyoni qayta ishlashning takomillashgan zamonaviy texnologiyalarini qo'llagan holda, boyitishning turli usullarini qo'llashni o'z ichiga olgan aralash texnologik sxemalardan foydalanish orqali amalga oshiriladi.

Bunday sharoitlarda boyitishning gravitatsion usullarini qo'llash ularning nisbatan arzonligi, qayta ishlanadigan mahsulot yirikligining deyarli cheklanmagan ko'lami va flotatsiya, gidrokimyoviy usullar bilan taqqoslaganda, atrof-muhitga eng kam salbiy ta'siri tufayli muhim ahamiyat kasb etadi.

Oxirgi yillarda boyitishning gravitatsion usullarini rivojlantirishning quyidagi tendensiyalari (yo'nalishlari) belgilandi:

- markazdan qochirma maydonlardan - boyitish siklonlari, markazdan qochirma separatorlar, sentrifugalardan foydalangan

holda minerallarini ajratish uchun uskunalarni ishlab chiqish va takomillashtirish;

- mavjud boyitish usullarning eng arzoni bo'lgan boyitishning pnevmatik usullarini qo'llash sohalarini kengaytirish.

Foydali qazilmalarni boyitishning gravitatsion usullarini qo'llash samaradorligi ma'lum darajada dastlabki xom ashyoni boyitishga tayyorlashga ham bog'liq bo'lib, u umumiy ko'rinishda ikkita bosqichdan iborat: foydali minerallar yuzasini ochish (maydalash va yanchish) va dastlabki mahsulotni yiriklik sinflariga yoki gidravlik sinflarga oldindan tasniflash.

Gravitatsiya usullarida boyitish oldidan foydali minerallarni ochish usullarini tanlashda zarb berish bilan maydalash va yanchish, ayniqsa, maydalash-yanchishning oxirgi bosqichlarida amalga oshirish afzalroq ko'riladi. Bunday amaliyot, masalan, xrizotil-asbest, slyuda va boshqa rudalarini boyitishda maqbuldir.

Gravitatsiya usullarida boyitish oldidan to'g'ri tanlangan mahsulotni dastlabki tasniflash jarayoni yuqori texnologik ko'rsatkichlarni olish uchun majburiy sharoit hisoblanadi. O'quv qo'llanmada ushbu masalalarga alohida ahamiyat berilgan va mualliflarning yangi nazariy ishlanmalari keltirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A.A. Saidaxmedov, O.A. Azimov, A.N. Shodiyev, Sh.N. Turobov. Foydali qazilmalarni boyitish jarayonlari. Darslik – T.: 2021.
2. Q.S. Sanaqulov, N.A. Doniyarov, A.A. Saidaxmedov. Foydali qazilmalarni boyitish va qayta ishlash asoslari. O'quv qo'llanma – T.: 2020.
3. A. Barry Wiils and A. James Finch. «Wiil's Mineral Processing Technology». USA University of Technology, 2015.
4. I.K. Umarova, G.Q. Solijanov «Foydali qazilmalarni qayta ishlash va boyitish». Toshkent, 2009.
5. В.М. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебник - М.: МГГУ, 2006.
6. Основы обогащения полезных ископаемых. Metso. Издание 3. 2010.
7. В.В. Кармазин, И.К. Младецкий, П.И. Пилов. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов / - М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 221 с.
8. В.Н. Шохин, А.Г. Лопатин. Гравитационные методы обогащения. М.: Недра, 1993 (1980). 350 с.
9. Справочник по обогащению руд: Основные процессы. М.: Недра, 1983. 362 с.
10. Н.Ф. Меринов. Теоретические основы гравитационных методов обогащения // Известия вузов. Горный журнал. 2001. № 4-5. С. 33-46.
11. В.З. Козин, Е.Ф. Цыпин, Н.Ф. Меринов. Новые теоретические решения и развитие технологии и техники обогащения полезных ископаемых // Известия вузов. Горный журнал. 2002. № 3. С. 116-130.
12. Н.Ф. Меринов. Теоретические основы гравитационных методов обогащения полезных ископаемых // Материалы международной научно-технической конференции «Научные основы

и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья». Екатеринбург: Издательство АМБ, 2003. С. 27-30.

13. Н.Ф. Меринов. Методика расчета шкалы гидравлической классификации минеральных частиц неправильной формы // Известия вузов. Горный журнал. 1996. № 12. С. 149-152.

14. Н.Ф. Меринов. Закономерности падения минеральных частиц в среде разделения и методика расчета шкалы гидравлической классификации // Известия вузов. Горный журнал. 1994. № 4. С. 121-124.

15. Н.Ф. Меринов. Теория падения минеральных частиц в средах разделения и методы расчета: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1994. 37 с.

16. Н.Ф. Меринов. Расчет конечных скоростей свободного падения твердых частиц // Известия вузов. Горный журнал. 1993. № 8. С. 130-135.

17. А.И. Берлинский. Разделение минералов. М.: Недра, 1988. 228 с.

18. <http://www.metso.ru>.

19. <http://www.itomak.ru>.

20. <http://www.eriez.com>.

MUNDARIJA

KIRISH	4
I BOB. GRAVITATSION BOYITISH USULLARINING TASNIFI	6
II BOB. MINERAL ZARRALARINING TAVSIFI	7
III BOB. AJRALISH MUHITINING TAVSIFI	12
1-§. Ajralish muhitining asosiy parametrlarini aniqlash usullari	18
2-§. Fraksion tahlil	22
IV BOB. GRAVITATSIYA USULLARIDA BOYITISHNING NAZARIY ASOSLARI	28
3-§. Muhitda jismlarning erkin tushishi	29
4-§. Sharsimon jismlarning erkin tushish tezligini hisoblash usullari	33
5-§. Ajralish muhitida mineral zarralarni tushishining oxirgi tezliklarini hisoblashning universal usuli	36
6-§. Ajralish muhitida jismlarning siqilib tushishi	41
7-§. Mineral zarralarning siqilib tushish tezligini ularning solishtirma yuzasini hisobga olgan holda hisoblash	43
8-§. Erkin tushishda oxirgi tezlikka erishish vaqti, zarralarning bu tezlikka erishguncha o'tadigan yo'li	46
9-§. Mineral zarralarning teng tushuvchanligi	47
10-§. Suspenziyalar haqida tushuncha. Suspenziyalar uchun kritik tezlik	49
11-§. Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari va sxemalari. Boyitish jarayonlari va mahsulotlarining tasnifi	51
V BOB. GIDRAVLIK KLASSIFIKATSIYA	63
12-§. Sedimentatsiya tahlili	64
13-§. Zarralar diagrammasi. Gidravlik tasniflash shkalasi va moduli	68
14-§. Erkin tushish sharoitida mineral zarralarning gidravlik tasniflash shkalalarini hisoblash usuli	72
15-§. Siqilib tushish sharoitlarida gidravlik tasniflash shkalasini hisoblash usuli	77
16-§. Gidravlik tasniflashda ajralish yirikligi. Tasniflash samaradorligi	81
17-§. Klassifikatorlar	84
18-§. Gravitatsion mexanik klassifikatorlar	85
19-§. Gravitatsion bir kamerali gidravlik klassifikatorlar	88
20-§. Ko'p kamerali gidravlik klassifikatorlar	90
21-§. Markazdan qochirma klassifikatorlar	95
22-§. Foydali qazilmalarni yuvish, dezintegratsiyalash	104
23-§. Klassifikatsiyalash sxemalari	106
VI BOB. GIDRAVLIK CHO'KTIRISH	108
24-§. Cho'ktirish davrlari	108
25-§. Cho'ktirish mashinalari	109
26-§. Cho'ktirish mashinalarining asosiy parametrlari va ular ishiga ta'sir qiluvchi omillar	113
27-§. Cho'ktirish usulida boyitish sxemalari	123
	127

VII BOB. QIYA TEKISLIK BO'YLAB OQADIGAN SUV OQIMIDA BOYITISH	130
28-§. Qiya tekislik bo'ylab oqadigan suv oqimining tavsifi	130
29-§. Suv oqimida mineral zarralarning harakati	132
30-§. Shlyuzlarda boyitish	134
31-§. Konsentratsion stollarida boyitish	141
32-§. Torayib boruvchi novlarda va konusli separatorlarda boyitish	152
VIII BOB. MARKAZDAN QOCHMA MAYDONDA BOYITISH	158
33-§. Vintli separatorlarda boyitish	158
34-§. Markazdan qochirma saralagichlarda boyitish	161
IX BOB. OG'IR MUHITLARD A BOYITISH	170
35-§. Og'ir suspenziyalarni tayyorlash va tiklash	171
36-§. Og'ir muhitlarda boyitish uchun separatorlar	175
37-§. Og'ir muhitlarda boyitishning texnologik sxemalari	187
X BOB. HAVOLI MUHITDA BOYITISH	191
38-§. Havo yordamida boyitishning o'ziga xosligi	192
39-§. Havo yordamida tasniflash	193
40-§. Havo yordamida saralash	200
41-§. Ko'mirni havo yordamida boyitish	201
42-§. Asbestli rudalarni havo yordamida boyitish	208
43-§. Havo yordamida boyitish uskunolari	211
44-§. Havo yordamida boyitishning texnologik sxemalari	213
XULOSA	216
Foydalanilgan adabiyotlar	218

**A.S.Xasanov, A.A. Saidaxmedov, A.N.Shodiev,
U.U Xo'jamov, U.X.Eshonqulov, F.G.Pirnazarov**

GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH

O'quv qo'llanma

Muharrir: **B. Musayev**
Musahhih: **I. Tog'ayev**
Texnik muharrir: **M. Tog'ayev**
Kompyuterda sahifalovchi: **A. Abdiraxmonova**

Tasdiqnoma. 5165, 02.03.2021.

Terishga berildi: 20.08.2022 y.

Bosishga ruxsat etildi: 10.10.2022 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

"Cambria" gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 10,0. Shartli b. t.: 10,05.

Adadi: 35 nusxa. Buyurtma№ 45

«Intellekt» nashriyotida tayyorlandi.

QarMII kichik bosmaxonasida chop etildi.

180100. Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225 - uy.

Telefon 91-466-80-32.



INTELLEKT
NASHRIYOTI

ISBN 978-9943-7898-3-8



9 789943 789838