RUDALARNI MAYDALASH BOSQICHLARI, MAYDALASH JARAYONIDAGI O‘RNI VA AHAMIYATI

O. Qosimov
Quruqlikdagi qo‘shinlar instituti
Texnik ta’minot kafedrasi sikl boshlig‘i

N.F.Rasulov
Quruqlikdagi qo‘shinlar instituti
Texnik ta’minot kafedrasi o‘qituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.20067338

Annotatsiya. Boyitish fabrikalarida maydalash va maydalanish foydali qazilmalarda mavjud bo‘lgan turli minerallarning bir-biri bilan chambarchas bog‘langan va birlashtirilgan donalarini ajratish uchun ishlatiladi. Foydali qazilmalar donalari maydalash va maydalanish paytida qanchalik to‘liq ochilsa, uning keyingi boyitilishi shunchalik muvaffaqiyatli bo‘ladi. Foydali qazilmalarni maydalash va maydalanishning kattaligi ularning mineral tarkibiga, foydali minerallarning bir-biriga aralashishiga, boyitishning keyingi usuliga va boyitish mahsulotlaridan foydalanish xususiyatiga bog‘liq. Mahsulot bo‘laklarining hajmiga qarab qismlarga ajratishda sitalarning o‘rni va o‘lchamlariga oid ma’lumotlar keltirilgan.
Kalit so‘zlar: Ruda, maydalash, sita, Tayler shkalasi, tebranma tegirmon, tebranma tizim, tortish yuritmasi, rezonans, foydali qazilmalarni.

Аннотация. На обогатительных фабриках измельчение и дробление используются для разделения тесно связанных и объединенных друг с другом зерен различных минералов, содержащихся в полезных ископаемых. Чем полнее вскрываются зерна полезного ископаемого в процессе дробления и измельчения, тем успешнее его последующее обогащение. Величина дробления и измельчения полезных ископаемых зависит от их минерального состава, смешения полезных ископаемых, дальнейшего способа обогащения и особенностей использования продуктов обогащения. Приведены сведения о месте и размерах цитат при разделении на части в зависимости от размера частей изделия.
Ключевые слова: Руда, измельчение, цита, шкала Тайлера, вибрационная мельница, вибрационная система, тяговый привод, резонанс, полезные ископаемые.

Abstract. In processing plants, grinding and crushing are used to separate the tightly bound and joined grains of various minerals contained in minerals. The more fully the mineral grains are opened during the crushing and grinding process, the more successful its subsequent enrichment will be. The magnitude of crushing and grinding of minerals depends on their mineral composition, the mixing of minerals, the further enrichment method, and the specifics of using the enrichment products. Information is provided regarding the place and sizes of quotations when dividing into parts depending on the size of the product parts.
Keywords: Ore, grinding, cit, Tyler scale, vibratory mill, vibratory system, traction drive, resonance, minerals.

Ishlab chiqilayotgan rudalarni maydalash maydalagich-ezgich qurilma konstruksiyasining o‘ziga xos jihatlari ishlov beriladigan material sifatida rudalarning fizik-mexanik xossalarini o‘rganishni taqozo qiladi.

Boyitish fabrikasida qayta ishlanadigan mineral xomashyo va undan olingan mahsulotlar bo‘laklarning (donalarning) har xil o‘lchamdagi quyma materiallardir. Ommaviy materiallarni har xil o‘lchamdagi mahsulotlarga bo‘lish jarayonlari o‘lchamlari bo‘yicha tasniflash deb ataladi. Bunday tasniflash ikki usulda amalga oshiriladi: gumburlash, gidravlik yoki pnevmatik tasniflash. Shlangi tasniflashda (suvda) mexanik va gidravlik tasniflagichlar, gidrosiklonlar qo‘llaniladi. Pnevmatik tasniflash (havo oqimida) chang yig‘ish va quruq boyitish usullari uchun ishlatiladi. Shovqin paytida material kalibrlangan teshiklari bo‘lgan skrining yuzalarida bo‘linadi. Elak va elak teshiklarining ketma-ket o‘lchamlari tasniflash shkalasi deb ataladi. Tabiiy shkaladagi konjuge elaklarning teshik o‘lchamlari nisbati shkala moduli deb ataladi. Katta va o‘rta shovqin bilan modul ko‘pincha 2 ga teng bo‘ladi. Masalan, o‘rta o‘lchamdagi materialni gumburlashda teshiklari 50, 25, 13, 6 va 3 mm bo‘lgan elaklardan foydalaniladi. Laboratoriya sharoitida ishlatiladigan kichik elaklar uchun modul taxminan tengdir $\sqrt{2} = 1{,}41$. Eng nozik zarralar uchun cho‘kindi va mikroskopik tahlillar qo‘llaniladi. Donalarning kattaligi bo‘yicha taqsimlanishi mahsulotning granulometrik tarkibini tavsiflaydi, bu materialni standart elaklar to‘plamiga ekish orqali aniqlanadi [1. 62-64 b].

Bunday nazorat elaklari kvadrat hujayralar bilan simli yoki sintetik to‘qilgan to‘rlardan tayyorlanadi. Kichik materiallarni ekish uchun metrik tizim shkalasi, nemis standarti (modul o‘lchamlari mm) va Tayler shkalasi (AQSH va bir qator xorijiy mamlakatlarda) bo‘lgan elaklardan foydalaniladi. Teylor shkalasi ikkita modulga ega: $\sqrt{2}$ va $4\sqrt{2} = 1.89$ 1- rasm.



1- rasm. Elaklarning ko‘rinishlari

O‘lchovning asosi sifatida 200 meshda qabul qilingan to‘r 0,074 mm yorug‘likdagi teshik o‘lchamiga ega. Mesh soni 1 chiziqli dyum (25,4 mm) to‘rdagi teshiklar soniga teng. Mesh va mm teshiklarning o‘lchamlari o‘rtasidagi nisbat jadvalda keltirilgan 1 – jadval [2. 134 b].

1- jadval- Teshik o‘lchamlari o‘rtasidagi nisbat

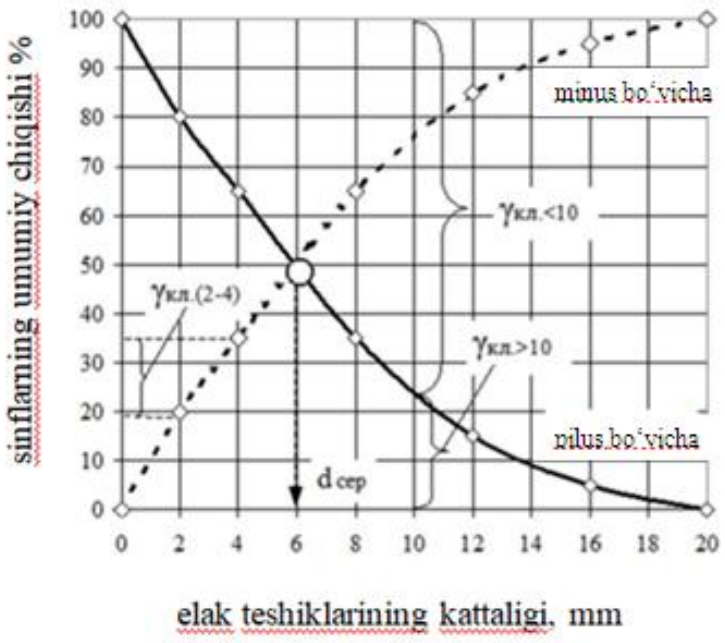
mesh	200	150	100	65	48	35	28	20	14	10	8	6
mm	0.074	0.104	0.147	0.208	0.295	0.417	0.589	0.833	1.17	1.65	2.36	3.33

O‘lchov sinfi- bu ma’lum bir panjara orqali elakdan o‘tgan, ammo shkalaning keyingi tarmog‘ida qolgan mahsulot. Mahsulotning bir qismi bo‘lgan turli o‘lchamdagi donalarning vazn miqdori nisbati granulometrik xususiyat yoki o‘lchov xususiyati deb ataladi. Misol uchun, mayda ruda namunasini elak tahlil qilish natijalari jadvalda keltirilgan. 2- jadval.

2- jadval. Mayda rudalarni elak tahlil qilish natijalari

Sinflar, mm	Chiqish, %	Umumiy chiqish, %	
		“yuqoridan”, (pilus bo‘yicha)	“pastdan”, (minus bo‘yicha)
+16-20	5	5	100
+12-16	10	15	95
+8-12	20	35	85
+4-8	30	65	65
+2-4	15	80	35
+0-2	20	100	20

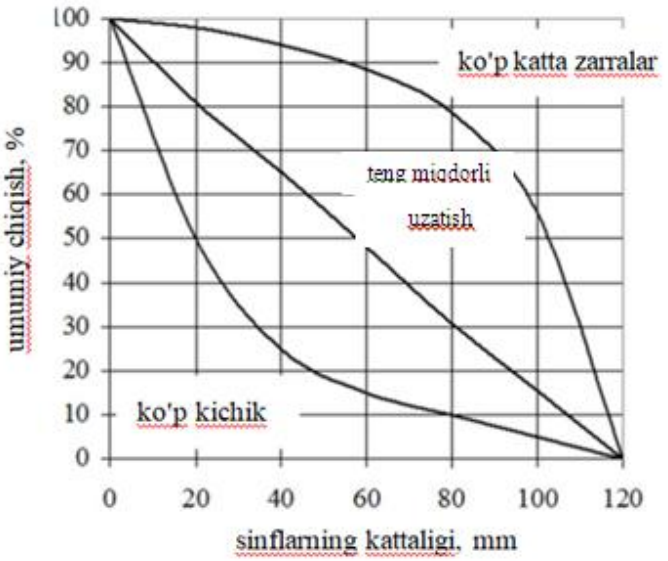
Granulaning o‘lchamiga qarab, namunadagi granulaning o‘rtacha diametrini aniqlash mumkin ($d_{o‘rtacha}$= 6 mm rasm 1.1), shuningdek, turli sinflarning chiqishi. Alohida tor sinfning chiqishi ma’lum bir sinf uchun yuqori va pastki chegaralarga mos keladigan ordinatlar farqi bilan hisoblanadi (γ_{kl} (2-4) = 35 - 20 = 15%).



2- rasm. Umumiy elak xususiyatlari (2- jadvalga muvofiq.)

Granulaning xarakteristikasi materialning granulaning tarqalishi haqida aniq tasavvur beradi: konkav egri mayda donalarning ustunligini, konveks katta donalarning ustunligini ko‘rsatadi (2–rasm). Maydalash mahsulotlarining xarakteristikalari turini umumlashtirish uchun zarrachalarning mutlaq chiziqli o‘lchamlari absissa o‘qiga emas, balki maydalagichning tushirish teshigi (tushirish yorig‘i) yoki nisbiy o‘lchamdagi zarrachalarga yotqiziladi. Bunday xususiyatlar ma’lum bir dizayndagi maydalagichlarga xosdir.

Oddiy panjara oz sonli sinflar va namunadagi maksimal va minimal rudalarni o‘lchamlari o‘rtasida ozgina farq bilan qulaydir. Kichik silliqlash mahsulotlarini tavsiflash uchun logaritmik panjaralar quriladi o‘qlardan birining shkalasi-absissa. Bunday xususiyatlar yarim logarifmik deb ataladi.



3- rasm. Turli sinflarning o‘lchamiga qarab, material kattaligining tipik xususiyatlari

Muayyan modulga ega bo‘lgan elaklar to‘plami uchun modul shkalasiga mos keladigan segmentlarning doimiy uzunligini olinadi. Masalan: 2- modulda lg^2 absissa o‘qidagi 1 sm segmentga javob beradi deb qabul qilinadi. X o‘qi shkalasining boshlanishi 1 mkm nuqtada joylashtiriladi, chunki $lg_1 = 0$. Eng kichik elak (2 mm) diametrining logarifmiga javob beradigan birinchi nuqta kelib chiqishidan o‘zboshimchalik bilan masofada yotqiziladi [3. 427 b].

Keyingi elak teshiklarning o‘lchamidan 2 baravar katta – 4 mm. 2-modulda 4 = 2x2, keyin lg 4 = lg 2 + lg 2.

Shunday qilib, javob beradigan absissa o‘qidagi nuqta lg4, birinchi nuqtadan 1 sm masofada turishi kerak.

Uchinchi elak 8 mm, keyin 8 = 4x2 yoki lg 8 = lg 4 + lg 2. Uchinchi nuqta ikkinchisidan 1 sm masofada yotadi va hokazo.

Ordinat o‘qi bo‘ylab umumiy qoldiqning logarifmlari ham elakka yoki elakka yotqizilgan taqdirda, o‘lchamning xarakteristikasi logarifmik deb ataladi. Belgi o‘lchamlari bilan logarifm belgisi sinflarning chiqishi odatda chiqarib tashlanadi. Logarifmik xarakteristikasi to‘g‘ri chiziq shakliga ega. Nozik silliqlash mahsulotlarining o‘lchamlari xususiyatlarini yaratish uchun ba’zan ordinat o‘qi bo‘ylab ikki tomonlama logarifmlar qo‘llaniladi.

Alohida sinflarning chiqishi va ularning kattaligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni matematik ifodalash uchun bir qator formulalar ma’lum. Rosin-Rammlerning eksponensial-darajali tenglamasi keng qo‘llanilgan [4. 145 b]:

$$100 / R = e^{md^n} \qquad (1)$$

Bu yerda R-elakdagi umumiy qoldiq d, %; e-tabiiy logarifmlarning asosi

$$100 / R = e^{m_0 d} \qquad (2)$$

m va n ushbu materialga xos bo‘lgan doimiy.

Professor V.O. Olevskiy soddalashtirilgan eksponensial tenglamani taklif qildi:

Tenglama (2) umumiy Rosin-Rammler tenglamasiga nisbatan qisman holat bo‘lib, undan n = 1 da chiqadi. Ushbu sodda formula ko‘p hollarda amaliy hisob-kitoblar uchun ishlatiladi.

Amalda o‘rtacha og‘irlikdagi diametr keng qo‘llaniladi: bu yerda γ, d – mos ravishda individual sinflarning chiqishi va o‘rtacha diametrlari [31. – 184 b]

$$D = \quad \gamma d / \quad \gamma = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \quad + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \quad + \gamma_n} \qquad (3)$$

Ommaviy materiallar, shuningdek, zarrachalarning o‘rtacha diametri bilan ajralib turadi. To‘p shaklidagi zarrachalarning kattaligi to‘pning diametri bilan belgilanadi.

Ko‘pgina hollarda zarralar tartibsiz shaklga ega. Shuning uchun ularning o‘lchamlari ma’lum bir nisbatda shartli ravishda sharsimon zarrachaning diametri bilan almashtiriladi.

Tor sinf zarralarining o‘rtacha diametri uning chegaralarining o‘rtacha arifmetik sifatida hisoblanadi:

$$d = (d_1 + d_2) / 2 , \quad (4)$$

bu yerda d_1, d_2 – berilgan sinfning yuqori va pastki chegaralari, mm.

Ushbu parametrlar maydalash, tasniflash, maydalash jarayonlarini texnologik hisoblashda va kerakli uskunalarni tanlash va hisoblashda qo‘llaniladi.

Maydalash - bu qattiq jismning zarralarini bir-biriga bog‘laydigan ichki yopishish kuchlarini yengishga qaratilgan tashqi mexanik, termal, elektr kuchlari ta’siri ostida xomashyoning parchalanishi va hajmini kamaytirish jarayoni. Amaliyotda foydali qazilmalarni maydalash va maydalash uchun asosan tashqi mexanik ta’sirlar qo‘llaniladi. Maydalash va maydalash o‘rtasida tub farq yo‘q. Shartli ravishda, maydalash paytida ruda hajmi 5 mm dan katta, maydalash paytida esa 5 mm dan kam bo‘ladi, deb ishoniladi. Boshlang‘ich va maydalangan mahsulotlarning hajmiga qarab, uch bosqichda maydalash ishlari amalga oshiriladi (3- jadval.).

3- jadval

Maydalash va maydalash bosqichlari

Maydalash			Maydalash			
Bosqich	Mahsulotlarning kattaligi, mm		Bosqich	Mahsulotlarning kattaligi, mm		
	Asl	Ezilgan		Ruda hajmi		Sinf tarkibi -0,074 mm maydalangan, %
				Asl	Ezilgan	
Katta maydalash	1200-500	350-100	Katta maydalash	20-40	5 tagacha	50-60
O‘rtacha maydalash	350-100	100-40	O‘rtacha maydalash	5 tagacha	0,6 gacha	60-80
Nozik maydalash	100-40	40-10	Nozik silliqlash	5 tagacha	0,15 gacha	85 dan ortiq

Boyitish fabrikalarida maydalash va maydalanish foydali qazilmalarda mavjud bo‘lgan turli minerallarning bir-biri bilan chambarchas bog‘langan va birlashtirilgan donalarini ajratish uchun ishlatiladi. Foydali qazilmalar donalari maydalash va maydalanish paytida qanchalik to‘liq ochilsa, uning keyingi boyitilishi shunchalik muvaffaqiyatli bo‘ladi. Foydali qazilmalarni maydalash va maydalanishning kattaligi ularning mineral tarkibiga, foydali minerallarning bir-biriga aralashishiga, boyitishning keyingi usuliga va boyitish mahsulotlaridan foydalanish xususiyatiga bog‘liq. Har qanday materiallarni maydalash va maydalanishida “ortiqcha narsalar maydalanmasin” tamoyiliga amal qilinadi, chunki haddan tashqari maydalash elektr energiyasining ortiqcha sarflanishiga, ularning ishlashini pasayishiga va boyitish ko‘rsatkichlarining yomonlashishiga olib keladi [5. – 252 b].

Maydalash va maydalanish jarayonlarining miqdoriy xarakteristikasi maydalash yoki maydalanish darajasidir, bu maydalash yoki maydalanish paytida materialning bo‘lagi (donalari) hajmi necha marta kamayganligini ko‘rsatadi. Maydalash darajasi - bu boshlang‘ich materialning ruda hajmiga maydalangan materialning ruda hajmiga nisbati. Maydalash darajasini aniqlash uchun bir nechta dizayn formulalari taklif etiladi. Sanoat sharoitida maydalash darajasini

taxminiy aniqlash uchun formuladan boshlang‘ich va maydalangan materiallarning maksimal ruda o‘lchamlari yordamida keng foydalaniladi [6. 13 – 19 b]:

$i=D_{max}/d_{max}$, (5)

bu yerda i - maydalash darajasi; $D_{max}d_{max}$, asl va maydalangan materialdagi maksimal ruda (bo‘lak) o‘lchamlari, mm. Aniqroq qilib aytganda, maydalash darajasi maydalashda noldan va keyin mahsulotlardagi rudalarning o‘rtacha diametrlari nisbati quyidagicha aniqlanadi:

$i = D_{o‘r}/d_{o‘r}$, (6)

bu yerda: $D_{o‘r}$,$d_{o‘r}$ boshlang‘ich va maydalangan donalarning (bo‘laklarning) o‘rtacha diametrlari (maydalangan) material, mm.

Ushbu formuladan foydalanilgan holdaquyidagilar aniqlanadi:

- maydalash darajasini baholash uchun:

$i= D_{80}/d_{80}$ (7)

- silliqlash darajasini baholash uchun:

$i=D_{95}/d_{95}$ (8)

Bu yerda: D_{80}, d_{80} i o‘tadigan kvadrat teshiklarning kattaligi 80% manba va maydalangan material, mm;

$D_{95}d_{95}$- asl va maydalangan materialning 95% o‘tadigan kvadrat teshiklarning o‘lchami, mm [7. 13 – 22 b].

Mashinasozlik zavodlarida maydalagichlarni tavsiflash uchun tarkibiy maydalash darajasi qo‘llaniladi, bu formula bo‘yicha aniqlanadi:

$i=0,85B/s$ (9)

Bu yerda: B maydalagichning yuklash teshigining kengligi, mm; s-maydalagichning tushirish bo‘shlig‘ining kengligi, mm.

0,85 B qiymati maydalagichning yuklash teshigining samarali kengligi deb ataladi. Maydalagichga kiradigan materialning maksimal bo‘lagi hajmi yuklash teshigining kengligidan 15% kamroq bo‘lishi kerak va maydalangan mahsulotdagi maksimal bo‘lakning o‘lchami tushirish bo‘shlig‘ining kengligiga teng bo‘lishi kerak, deb ishoniladi.

Boyitish fabrikalarida minerallarni maydalash va maydalanish odatda bir necha bosqichda amalga oshiriladi, chunki bitta mashinada kerakli maydalash darajasini olish mumkin emas. Bitta mashinada amalga oshiriladigan umumiy maydalash yoki maydalanish jarayonining bir qismi maydalash bosqichi deb ataladi. Alohida bosqichda erishilgan maydalash darajasi qisman, barcha bosqichlarda esa umumiy deb ataladi. Umumiy maydalash darajasi alohida bosqichlarda maydalash darajalari mahsulotiga teng:

$i = i_1 \cdot i_2 \cdot \ldots \cdot i_n$ (10)

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Фадин Ю.М. Расчёт энергии передавае мой шароматериальной загрузке наклонной пе регородкой в трубной шаровой мельнице // Вестник Белгородского государственного тех нологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №4. С.62-64.
2. Rasulov N.F. Rudalarni fizik-mexanik xossalarini o‘rganish bo‘yicha izlanishlar S.H. Nematova // INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCHERS, 2024. C.134.
3. Андреев С.Е. Товаров В.В., Перов В.А. Закономерности измельчения и исчисление ха рактеристик гранулометрического состава.– М.: Металлургиздат, 1959. 427 с.
4. Пироцкий В.З. Цементные мельницы: технологическая оптимизация.– СПб.: Издатель ство Центра профессионального обновления «Информатизация образования», 1999. 145 с.
5. Крюков Д.К. Футеровки шаровых мель ниц.– М.: Машиностроение, 1965. 184 с.
6. Проблемы порошкового материаловедения / под ред. В.Н. Анциферова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – Ч. I. – 252 с.

7. Шелехов Е.В., Свиридова Т.А. Компьютерное моделирование процесса механического сплав ления в шаровых мельницах. Ч. I. Кинетико-статистическая геометрия изменений в обрабатываемом ма териале в процессе механического сплавления // Материаловедение. – 2007. – № 9. – С. 13–19.