

Qo'shmurodov, A. Umarov, P. Ziyayeva

# MINERALOGIYA

Laboratoriya mashg'ulotlari  
uchun uslubiy qo'llanma



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

GEOLOGIYA VA GEOINFORMATSION TIZIMLAR  
FAKULTETI

GEOKIMYO VA MINERALOGIYA KAFEDRASI

QO'SHIMURODOV O., UMAROV A.Z., ZIYAYEVA P.N.

# MINERALOGIYA

LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI  
UCHUN USLUBIY QO'LLANMA

Toshkent  
«Go To Print»  
2020

DEMOM TADBIRKORLIK  
VA PEDAGOGIKA  
INSTITUTI ARMI

UO\*K: 55(072)

KBK: 26.31

Q 98

Qo'shmurodov O., Umarov, A.Z., Ziyayeva P.N.

**Mineralogiya.** (laboratoriya mashg'ulotlari uchun)

[Matn]: uslubiy qo'llanma / O. Qo'shmurodov, A.Z. Umarov, P.N. Ziyayeva. – Toshkent: «Go To Print», 2020. – 208 b.

Ushbu uslubiy qo'llanma O'zMU geologiya fakulteti, geologiya yo'nalishining bakalavriyat dasturi asosida tuzilib, geokimyo va mineralogiya kafedrasi va geologiya fakulteti o'quv-uslubiy kengashining yig'ilishida tasdiqlanib, chop etishga tavsiya etilgan.

UO\*K: 55(072)

KBK: 26.31

ISBN 978-9943-6883-6-0

© Qo'shmurodov O va boshq.

© "Go To Print", 2020

## SO'Z BOSHI

Ushbu qo'llanma geologiya fakultetining geolog-bakalavr va magistrlik yo'nalishlari bo'yicha bilim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, o'zbek tilida birinchi marotaba nashr etilmoqda.

Mualliflarning ko'p yillik pedagogik tajribalari asosida yaratilgan mazkur qo'llanma mineralogiya fanining amaliy mashg'ulotlarini mustaqil ravishda bajarish va puxta o'rganishga yordam beradi degan umiddamiz.

Qo'llanmaning dastlabki qismida fanning maqsadi va vazifalari, minerallar ta'rifi, kristallografiya ma'lumotlari, mineralogiyaning tekshirish usullari, minerallarning fizik va kimyoviy xususiyatlari hamda minerallar tasnifi va shu asosda tabiatda keng tarqalgan yuzdan ortiq minerallarning oson aniqlash uchun jadval tariqasida qisqa ta'rifi keltirilgan. Shuningdek, mineralogiyaning chuqurroq o'rganish, hamda talabalarning ijodiy faoliyatlarini o'stirish uchun alohida imkoniyatlar yaratish maqsadida uchta alohida variant tariqasida test savollari va javoblari keltirildi. Mualliflar diyorimizda birinchi marta topilgan ayrim minerallarning ta'rifi ham keltirgan.

Talabalar qo'llanmadan foydalanayotganda nafaqat unda keltirilgan ma'lumotlar bilan cheklanib qolmasliklari kerak, chunki barcha qismlar nihoyat qisqartirilib tuzilgan, shuning uchun mualliflarning kristallografiya, mineralogiya fanlari bo'yicha yaratilgan darslik va o'quv qo'llanmalardan to'liq foydalanishi lozimligi qayd etiladi.



## KIRISH

### Fanning maqsadi va vazifalari

Mineralogiya fanini o'qitishda asosiy e'tibor minerallarni aniq tekshirish va ularning tabiatda hosil bo'lish sharoitlarini aniqlashdan iborat. Mineralogiya – tabiiy kimyoviy birikmalar to'g'risidagi fan bo'lib, minerallarning kimyoviy tarkibi, ichki tuzilishi, fizik xususiyatlari va ular orasidagi bog'lanishlarni, minerallarning hosil bo'lish jarayonlarini va minerallarning xalq xo'jaligida ishlatilishini aniqlaydigan fan.

Minerallar yerning chuqur qismida va uning yuzasida sodir bo'ladigan fizik va kimyoviy jarayonlar natijasida bitta yoki bir necha kimyoviy elementlarning birikishidan yuzaga kelib, ma'lum shakllarga ega bo'ladi. Hozir tabiatda uch mingdan ortiq mineral borligi aniqlangan.

Tabiatdagi mavjud barcha minerallar gaz, suyuq, va qattiq holatda uchraydi va ularning aksariyati kristallangan bo'ladi. Kristall deb odatda tabiiy yoki laboratoriya sharoitida hosil bo'lgan, ko'p tomonli ma'lum bir geometrik shaklga ega bo'lgan qattiq jisimga aytiladi. Kristallar tabiatda eritmalarining sovishi, qattiq moddalarning qayta kristallanishi, gaz, qaynoq suv va bug'larning ma'lum sharoitda bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi jarayonida hosil bo'ladi. Minerallarni tashkil qilib turgan atom va molekullar bir-birlari bilan qonuniy ravishda joylashgan bo'ladi va shu joylashish natijasida ma'lum ko'rinishga ega bo'lgan kataklarni vujudga keltiradi. Atom va molekula turgan nuqta kataklarni birlashtirib turuvchi tugunlarga o'xshaydi.

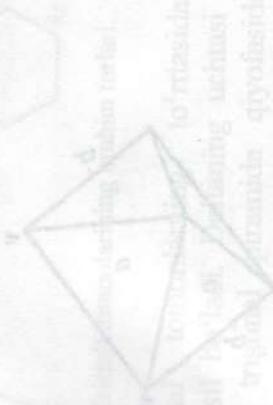
Ana shu kristall kataklarining tuzilishi va ulardagi zarrachalarning bir-biriga yaqin yoki uzoq joylashishi u yoki bu kristalning fizik, mexanik va optik xususiyatlariga ta'sir qiladi. Yoki boshqacha qilib aytganda, tugunchalardagi zarrachalar bir-birlariga qanchalik yaqin, zich joylashgan bo'lsa, u kristall shuncha qattiq hamda yuqori og'irlikka ega bo'ladi. Aksincha tugunlardagi zarrachalar bir-biridan qanchalik uzoq bo'lsa, u

kristall shuncha yumshoq va kichik hajm og'irlikka ega bo'ladi. Shunga o'xshash kristall panjaralari tugunlarining gorizonta va tik tomonga bo'lgan masofalarining ham har xil bo'lishi kristallarning xususiyatlari har xil bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Minerallarning xususiyatlarini o'rganishda turli fizik va kimyoviy usullardan foydalaniladi. Hozir mineralogiyaning quyidagi tarmoqlari mavjud: *tasniy* (sistematik) va *tajribaviy* mineralogiya. Uning asosiy vazifasi minerallarning tashqi ko'rinishi, fizik xususiyatlari, kimyoviy tarkibi, paragenetik minerallar uyushmasini aniqlash va shular asosida minerallar tasnifini yaratishdan iborat.

Tajribaviy mineralogiyaning vazifasi sun'iy usulda laboratoriyada va zavod sharoitida kristallarni olishdan iborat. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda talabalar avvalo kristallarning tuzilishi, nisbiy tenglik darajasi, qiyofasi, fizik xususiyatlari, kimyoviy tarkibi va asosiy jins hosil qiluvchi hamda ma'dan hosil qiluvchi minerallarni batafsil o'rganishlari lozim.

Mineralogiya fanini o'zlashtirish natijasida talabalar kristallarning vujudga kelishi, fizik xususiyatlari hamda ularning geometrik shakllariga xos qonuniyatlar haqida, jumladan, burchaklarning doimiylik qonuni, nisbiy tenglik darajasi, singoniyalari va sinflari haqida umumiy tushunchaga ega bo'lishlari kerak.



Kristalloy tabiiy sharoitda hosil bo'lgan ma'lum bir shaklga ega bo'ladi. Kristalloy tabiiy sharoitda hosil bo'lgan ma'lum bir shaklga ega bo'ladi. Kristalloy tabiiy sharoitda hosil bo'lgan ma'lum bir shaklga ega bo'ladi.

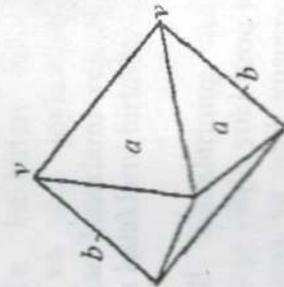
## KRISTALLAR HAQIDA TUSHUNCHA

Kristall soʻzi yunoncha «kristallos» (krystallos) soʻzidan olingan boʻlib, muz degan - maʼnoni bildiradi. Kristallarni kristallografiya fani oʻrganadi. Kristall koʻp tomonli geometrik qattiq jism boʻlib, uning tarkibini (ion, atom, molekular) zarrachalar tashkil etadi. Bu zarrachalar maʼlum qonuniyatga binoan kristall panjarasining tugunchalarida tartibli joylashgan boʻladi. Kristall maʼlum qulay ximik va fizik sharoitda hosil boʻlgan geometrik shakldagi qattiq jismdir. Kristall tuzilishidagi jismlarga: galit, pirit, kub shaklidagi flyoritlar misol boʻladi. Magnetit, olmoslarning kristallari oktaedr shakliga ega.

## KRISTALLARNING CHEKLOVCHI ELEMENTLARI

Kristallarning xili juda koʻp. Tabiatda uchraydigan kristallarning bir guruhi oddiy, ikkinchisi murakkab shaklda boʻladi.

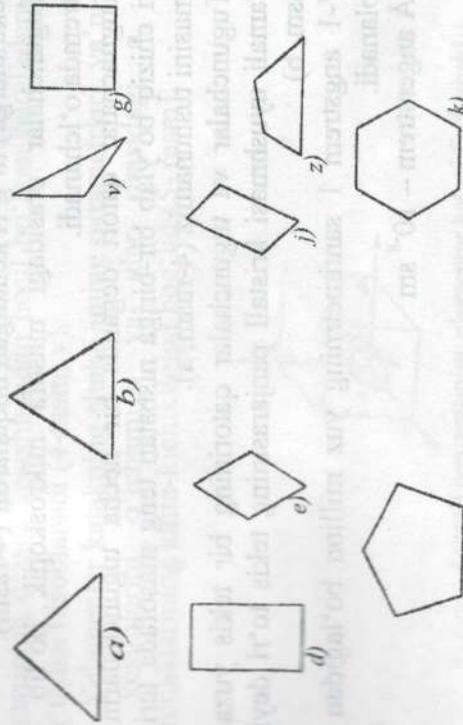
Geometrik kristallografiya materiallariga asoslanganda kristallarning tashqi shakllari 3 xil cheklovchi elementlardan: *tomonlar*, *qirralar*, *choʻqqilar* dan iborat boʻladi. Kristallni chegaralovchi tekis yuzalar kristallning tomonlari deb ataladi. Kristall tomonlarining oʻzaro kesishishidan hosil boʻlgan chiziq kristallning qirrasini deyiladi.



1-rasm. Kristallning cheklovchi elementlari  
a) -tomonl; b) -qirralari v) -choʻqqisi

Qirralarning oʻzaro tutashgan joyi kristallning choʻqqisi deb yuritiladi (1-rasm). Tomonlarning shakllari xilma-xil boʻlib quyidagi turlarga boʻlingan (2-rasm).

Trigonal — teng tomonli uchburchak (a), delta—ikki yoni teng uchburchak (b), skalena - tomonlari teng boʻlmagan uchburchak (v), tetragon-kvadrat (g) prizmatik yon-toʻgʻri burchak shaklida (d), romb (e), romboyedr—qiya burchakli tomonlari teng boʻlmagan parallelogram(j), klinogram—parallel tomonlari boʻlmagan trapetsoid (z), pentagon—besh burchakli (i), geksagon — olti burchakli (k). Shu turli turdagi tomonlar kombinatsiyasidan har xil geometrik shakldagi kristallar paydo boʻladi.



2-rasm. Kristall tomonlarining muhim turlari.

Masalan, trigonal tomonlarning toʻrttasida tetrayedr shakldagi kristall hosil boʻladi. Deltaning uchtasi va trigonal tomonning bittasida trigonal piramida qiyofasidagi kristall boʻladi.

Kristallografiyada ishlatiladigan yunoncha atamalar bor, ulardan muhimlari: mono—bir, di—ikki, tri—uch, tetra—toʻrt, penta—besh, geksa—olti, okta—sakkiz, deka—oʻn, dodeka—

o'n ikki, edra — tomon, gonia—burchak, pinakos—taxta, kline—qiyshiq, pila—ko'p.

Tabiatda uchraydigan kristallarning xilma-xil geometrik shaklda bo'lishi ularning ichki tuzilishidagi kristall panjarasining shakliga bog'liqligidir.

### KRISTALLAR PANJARASI

Kristallar panjarasi deganda kristall tarkibini tashkil etishda qatnashuvchi zarrachalarning ma'lum qonuniyatga asosan tartibli holda fazoviy joylashishi tushuniladi (3-rasm).

Tugunchalar kristall panjarasidagi neytral atomlarga yoki zaryadlangan atomlarga (ionlar) yoki atomlar guruhiga (molekulalarga) to'g'ri keladigan nuqtalardir (4-rasm).

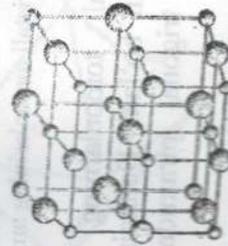
Tugunchalar orasidagi masofa mikroskopik bo'lib «Å» angstromda o'lchanadi.

Tugunchalar qatori deganda bir necha tugunchalarni bir tug'ri chiziq bo'ylab bir-biriga nisbatan teng masofada terilgan chizmasini tushunamiz (4-rasm, a).

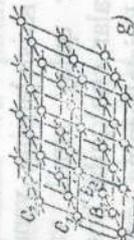
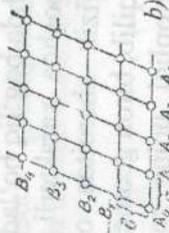
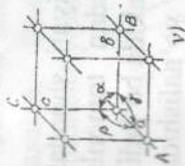
Tugunchalar va tugunchalar qatorining bir tekis yuzadagi moslamali uyushmasi kristall panjarasining tekis to'ri deyiladi (4-rasm, b)

\*-1 angstrom 1 santimetriming yuz million bo'lagidan biri hisoblanadi.

Å angstrom —  $10^{-8}$  sm



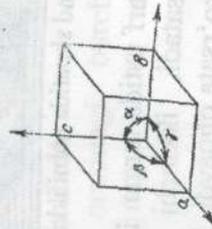
3-rasm. Gallitning kristall panjarasi.



4-rasm. Kristall panjarasining tuzilishi. a) tugunchalar qatori, b) panjarani tekis to'ri, v) elementar katak, g) kristall panjara.

Elementar kataklar esa kristall fazoviy panjarasining tekis to'rlarining o'zaro kesishishidan hosil bo'lgan parallelepipedlar yig'indisi hisoblanadi (4-rasm, v).

Yelesmentar katakning shakli uning parametrlari, ya'ni «a, v, s» kesimlarini o'lchamiga va ular orasidagi  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  burchaklarining katta-kichikligiga bog'liq (5-rasm).



5-rasm. Kristall panjarasining elementar katagi (kub shakli).

Masalan, osh tuzining kristall panjarasida aqyqs yoki  $\alpha\beta\gamma\delta 90^\circ$  (5-rasm). Yuqorida keltirilgan parametrlar kristallning elementar katagi kub shaklda bo'lishini ko'rsatadi.

### KRISTALLARNING MUHIM XUSUSIYATLARI

Kristall moddalarning xarakterli xususiyatlari ularning atomlari, ionlari yoki molekulalari ma'lum qonuniyat asosida kristall panjarasining tugunchalarida tartib bilan biron geometrik

shaklda joylashgan bo'ladi. Kristallarning bu xarakterli xususiyati ularning biron geometrik shaklda tasvirlanishiga sababchidir. Shuning uchun kristallarning ichki tuzilishi tashqi qiyofasi bilan uzviy ravishda bog'liq bo'ladi.

Kristallarning yana boshqa xarakterli xususiyati shundaki, ular qulay ximik va fizik sharoitda o'z-o'zidan tomonlar, qirralar, cho'qqilar hosil qilib, biron geometrik shaklda bo'ladi.

Kristallarning anizotropi uning ma'lum yo'nalishidagi tomonlari bilan ikkinchi bir boshqa yo'nalishidagi tomonlarining mexanik, optik, termik va elektrik xususiyatlarining xilma-xilligidir. Gips, kvars, slyuda, talk kabi minerallar shular jumlasidandir.

Kristallooptik xususiyatining xilma-xilligini island shpati misolida yaqqol ko'rish mumkin (6-rasm).



6- rasm. Island shpatida numi ikkiga bo'linishi.

Biron tasvir yoki harf ustida turgan island shpatining kristali uni ikkilantirib ko'rsatadi, ikkinchi boshqa yo'nalishdagi tomonlari esa tasvirni ko'rsata olmaydi. Shu hodisa island shpati kristalining anizotrop xususiyatidir.

Kristallar turli yo'nalishdagi tomonlarining termik xususiyati xilma-xil ekanligini gips kristali misolida ko'rish mumkin. Erib turgan shanga gips kristali botirib olinsa, kristallning hamma yoqlarida sovib qotgan yupqa shamli po'stloq hosil bo'ladi. Shamli po'stloqqa qizdirilgan nina uchi tekkizilganda, u kristallning hamma yoqlarida turlicha eriydi. Demak, shamli po'stloqning erish tezligi gips kristalining tomonlari turlicha termik xususiyatga ega ekanligidan dalolat beradi.

## KRISTALL TOMONLARI BURCHAKLARINING DOIMIYLIK QONUNI

Har bir mineral kristali odatda o'ziga xos qiyofada bo'ladi. Masalan, kvars kristali geksagonal prizma va piramida kombinatsiyasida, pirit kristali esa kub shaklida bo'ladi.



7- rasm, Kvarsning turli shakldagi kristallarida tomonlar orasidagi burchaklarining doimiyligi

Tabiatda ko'pchilik mineralarning kristallari o'ziga xos (ideal) shaklda uchramaydi. Aksariyat kristallarning chegaralovchi elementlari (tomonlari, qirralari, cho'qqilari) takomillashmagan, ba'zi bir mineral tomonlarining shakli, o'lchami esa o'zgargan holda bo'ladi. Bunga kvars kristali misol bo'la oladi (7- rasm). Kvars mineralining turli qiyofali kristalida ma'lum tomonlar, orasidagi burchak o'lchami doimo bir xil qiymatda bo'ladi, bu tomonlar orasidagi burchaklarning doimiyluk qonuni deb ataladi.

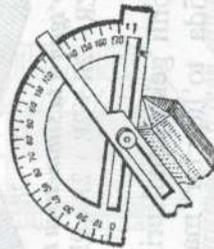
Kvars tomonlari orasidagi burchaklarining doimiyligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\angle abq 141^{\circ} 47'$$

$$\angle acq 113^{\circ} 08'$$

$$\angle bcq 120^{\circ} 0'$$

Tomonlar orasidagi burchak Karanjo goniometri (8-rasm) yordamida o'lchanadi. Karanjo goniometri oddiy transportirdan iborat.



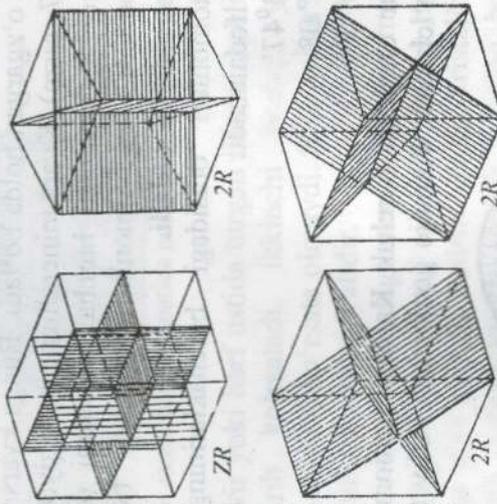
8-rasm, Karanjo goniometri.

Buning uchun transportir asosi markaziga eni 0,5 sm, uzunligi 10 sm bo'lgan metall lineyka o'q yordamida o'rnatiladi. Karanjo goniometri shu tariqa yasaladi. Bu asbobdan foydalanish usuli amaliyot darsi jarayonida tushuntiriladi.

### SIMMETRIYA ELEMENTLARI

«Simmetriya» yunoncha—o'xshashlik yoki tenglik demakdir Uning elementlariga simmetriya tekisligi —R, simmetriya o'qi—L, simmetriya markazi —S kiradi. Bular yordamida kristallar singoniyalari aniqlanadi.

Kristallning simmetrikligi deganda ularning cheklovchi elementlarini kristallda joylashgan simmetriya markazi, simmetriya o'qi va simmetriya tekisligiga nisbatan ma'lum qonuniyat asosida to'g'ri tartibda takrorlanishini tushunamiz.



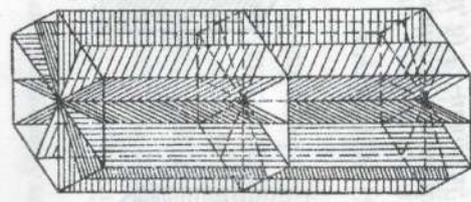
9-rasm. Kub kristaldan o'tgan 9 ta simmetriya tekisliklarning ko'rinishi:  
 $ZR + 2R + 2R + 2R$  q  $9R$

Masalan, olti tomonli geksagonal prizma shaklidagi kristall (grafit) o'z o'qi-atrofida to'liq, bir marta aylantirilsa, uning o'xshash tomonlari olti marotaba qaytariladi. Chunki geksagonal

prizma simmetriya o'qi yordamida aylantirilayotgan vaqtda har safargi  $60^\circ$  ga burilganida uning cheklovchi elementlari to'la bir marta o'rin almashadi, bu uning simmetriyaligidir.

Simmetriya tekisligi — tasavvur etiluvchi tekislikdir. Shu simmetriya elementining yordamida kristall shakli bir-biriga o'xshash, o'icham jihatidan bir-biriga teng simmetrik bo'laklarga bo'linadi. Simmetriya tekisligi o'tkazilgach, kristallni teng ikki bo'lakka bo'lingan qismlari ko'zga aksidek biri ikkinchisiga juda uxshash buladi. Simmetriya tekisligining soni hamma kristallarda turlicha buladi. Masalan, kub kristaldan to'qqizta simmetriya tekisligi o'tadi (9-rasm) va  $9R$  ko'rinishida ifodalanadi. Geksagonal prizma shaklidagi kristaldan ettita simmetriya tekisligi o'tadi (10-rasm). Simmetriya tekisligi quyidagi holatlarda o'tkaziladi: 1) tomonlardan-tomonlarga ularning o'rtasida perpendikulyar holda o'tkaziladi; 2) tomonlar, burchagini qarama-qarshi burchagi tomon kesib o'tkaziladi; 3) qirralararo o'tkaziladi; 4) qirralarga perpendikulyar holda ular o'rtasidan gorizontol holda o'tkaziladi.

Kristallardan o'tadigan simmetriya tekisliklarning soni:  $9r$ ,  $7r$ ,  $6r$ ,  $5r$ ,  $4r$ ,  $3r$ ,  $2r$ , holatida bo'ladi.



10-rasm. Geksagonal prizmadan o'tgan ettita simmetriya tekisligi.



1-jadval

Singoniyalar nomi	Kristallografik o'qlar bo'yicha singoniyalar tasnifi
Kub singoniyasi	$a=b=c; \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Geksagonal singoniyasi	$a=b \neq c; \alpha=\beta=\gamma=90^\circ; \lambda_q 120^\circ$
Tetragonal singoniyasi	$a=b \neq c; \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Trigonal singoniyasi	$a=b \neq c; \alpha=\beta=\gamma=90^\circ; \lambda_q 120^\circ$
Rombik singoniyasi	$a \neq b \neq c; \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Monoklin singoniyasi	$a \neq b \neq c; \alpha \neq \lambda, \gamma=90^\circ; \beta \neq 90^\circ$
Triklin singoniyasi	$a \neq b \neq c; \alpha \neq \beta \neq \lambda, \gamma \neq 90^\circ$

Kristallografiyada uchta tabaqa va ettita singoniyasi mavjud. Ular o'z navbatida qo'yidagicha bo'linadi.

**1. Yuqori tabaqa** – bu tabaqa kub singoniyasiga tegishli, bir nechtadan yuqori tartibli simmetriya o'qlari o'tkazish mumkin bo'lgan kub, oktayedr, rombododekayedr, pentagon-dodekayedr, tetrayedr kabi geometrik shakldagi kristallar kiradi.

Yuqori tabaqada galit, galenit, flyuorit (kub shaklida); sof oltin, xromit, magnetit, shpinel (oktayedr); granat, magnetit (rombododekayedr); granatning boshqa bir modifikatsiyasi tetragon, trioktayedr shakldagi kristallari kiradi.

**2. O'rta tabaqa** – geksagonal, tetragonal va trigonal singoniyalari kiradi. O'rta tabaqa kristallarining har biridan bittadan yuqori tartibli simmetriya o'qi o'tkazish mumkin.

**Geksagonal singoniyasi** kristallaridan faqat bitta oltinchi tartibli yuqori simmetriya o'qi o'tadi. Geksagonal singoniyaga oid kristallardan o'tadigan simmetriya elementlarining maksimal soni quyidagi formula bilan ifodalanadi:  $L_6 6L_2 7P S$ . Keltirilgan formulaga ko'ra geksagonal singoniyaga oid kristallardan o'tadigan simmetriya tekisliklarining soni eittitadan oshmaydi.

Geksagonal singoniyaning kristallari geksagonal prizma, piramida, dipiramida va ularning kombinatsiyalari ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Geksagonal dipiramida (kvars, korund) prizma va dipiramidaning kombinatsiyasi (kvars), geksagonal prizma (berill, apatit), prizmaning dipiramida va pinokoid bilan hosil qilgan kombinatsiyasi {apatit}.

**Tetragonal singoniyasi** kristallaridan bitta to'rtinchi tartibdagi yuqori darajali simmetriya o'qi —  $L_4$  o'tadi. Bu singoniyasi simmetriya elementlarining maksimal yig'indisi  $L_4 4L_2 5R S$  formula bilan ifodalanadi.

Tetragonal singoniyasi kristallaridan o'tadigan simmetriya tekisligining soni beshita bo'ladi.

Tetragonal singoniyaning kristallari, tetragonal dipiramida (anataz, sirkon, ksenotim), tetragonal prizmaning dipiramida bilan kombinatsiyasi (sirkon, burikit); kristallarning ko'ndalang kesimi kvadrat shaklida bo'ladi.

**Trigonal singoniyasi** kristallaridan bitta uchinchi tartibdagi yuqori darajali simmetriya o'qi  $L_3$  o'tadi. Trigonal singoniyasi formulasi:  $L_3 3L_2 3PS$  dan iboratdir. Trigonal singoniyasi kristallari trigonal prizma, piramida, dipiramida va ularning kombinatsiyasidan tashkil topgan shaklda uchraydi. Bu shakldagi kristallangan mineralarga — kvars, kalsit, gematit, korund va boshqalar misol bo'la oladi.

Kristallarining ko'ndalang kesimi uchburchak shaklida ko'rinadi.

**3. Quyi tabaqa** – rombik, monoklin va triklin singoniyalaridan iborat. Shu tabaqa xos kristal tomonlari uchta kristallografik o'qlari bo'yicha takomillashgan assimetrik shaklda  $a \neq b \neq c$  bo'ladi. Yuqi tabaqa kristallaridan yuqori tartibli simmetriya o'qi o'tmaydi, chunki bunday tabaqa kristallari shakllarini to'la bir marta aylantirsa, simmetrik tomonlari ikki martadan ortiq takrorlanmaydi. Masalan, topazning prizma va dipiramida kombinatsiyasidan iborat shakldagi kristali ikkinchi tartibli  $L_2$  past darajali simmetriya o'qi orqali o'tadi.

Quyi tabaqa kiruvchi singoniyalar: rombik, monoklin va triklin quyidagicha: rombik singoniyasida  $L_2$  o'qi, monoklin simmetriya

o'qi bo'lmaydi, balki ulardan past darajali ikkinchi tartibli  $L_2$  bitta yoki uchta simmetriya o'qi va eng ko'pi bilan uchta simmetriya tekisligi o'tkazish mumkin bo'ladi. Shuning uchun rombik singoniyasi qo'yidagi formula bilan ifodalanadi:  $3L_2$  3RS.

**Rombik** singoniyasi uchun - xarakterli bo'lgan kristall shakllarga: rombik tetrayedr, rombik prizma va romb dipiramidal kiradi. Bu singoniyalarning ko'ndalang kesimi yuzasi rombik shaklini beradi. Shunday singoniyali minerallarga barit, topaz, markazit, antimonit, arsenopirit, kolumbit, sof oltingugurt, kabilar misol bo'ladi.

**Monoklin** singoniyaga, birgina ikkinchi tartibli og'ma simmetriya o'qi, tomonlar orqali bittadan simmetriya tekisligi va simmetriya markazi bo'lgan kristallar kiradi. Shu sababli monoklin singoniyaga kristallardan o'tgan simmetriya elementlarining ko'rinishi  $L_2$ , R, S ga tengdir. Bu shakllarga ortoklaz, slyudalar, gips, angidrit, olivin, amfibol guruhiga kiruvchi ba'zi mineral kristallari xosdir.

**Triklin** singoniyaga kristallari nosimmetrik qiyofada belgilangan, chunki triklin singoniyaga kristallarida simmetriya elementlari mutlaqo bo'lmasligi ham mumkin, ayrim hollarda esa faqat simmetriya markazi bo'ladi, xolos. Triklin singoniyasini pinakoid, monoyedr, diyedr kabi oddiy shakllar tashkil etadi. Disten, plagioklaz guruhi, aksinit va kianitlar triklin kristali shaklida uchraydi.

**Kolloidlar haqida tushuncha**<sup>1</sup> yer qobig'ida kristallik tabiati aniq ko'rinib turadigan yoki mikroskopda bilinadigan kristallangan mahsulotlardan boshqa kolloidlar ham keng tarqalgandir.

Kolloidlar deb "dispers faza" bilan "dispersion muhitdan" tashkil topgan geterogen dispers<sup>2</sup> sistemalariga aytiladi.

Dispersion faza bu sistemalarda qandaydir bir massa ichida (dispersion muhitda) tarqalib yotgan ma'lum moddaning juda mayda zarrachalaridan iboratdir. Dispers faza zarrachalarning katta-kichikligi taqriban 100 dan 1  $\mu\text{m}$  ( $10^{-4}$  dan  $10^{-6}$  mm) gacha bo'lib, ya'ni ion va molekular kattaligidan ancha yirik, biroq ayni bir paytda, shu qadar maydagi, oddiy mikroskop yordami bilan ko'rib bo'lmaydi. Har bir shunday zarrachada bir necha-yuzlab va minglab shu moddaning ion yoki molekulari bo'lishi mumkin; qattiq zarrachalardagi ion yoki molekular kristall struktura hosil qiladi, ya'ni shu zarrachalarning o'zi haqiqatda juda mayda kristallik fazalaridan iboratdir.

Dispers fazalar bilan dispersion muhitlarning agregat holati har xil (qattiq suyuq va gazsimon), jumladan, shu holatlarning juda hilma-xil kombinatsiyalaridan iborat ham bo'lishi mumkin. Dispersion muhitning agregat holatini katta harflar bilan, dispers qazalar holatini esa kichik harflar bilan belgilab, quyidagi misollarni keltiramiz:

G-q: tamaki tutuni, qurum.

G-s: tuman.

S-q: sariq torf yanik suvlari, shifobaxsh balchiqlar.

S-g: vodorod sulfidli buloqlar, ko'pik.

S-s: tipik emulsoidlar (masalan, sut).

Q-s: tarkibida suyuq butun zarrachalari bo'lgan sof tug'ma oltingugurt kristallari.

Q-q: tarkibida temir (III)-oksid zarrachalari bo'lgan qizil rangli kalsit.

Q-g: tarkibida gazlari bo'lgan sutdek oq rangli minerallar.

Kolloid mahsulotlar zollar va gellarga bo'linadi.

Tipik zollar boshqacharoq qilib ataganda, kolloid eritmalar yoki psevdoeitmalar dispersion muhiti dispers fazasiga qaraganda beqiyos ko'pchilikni tashkil etuvchi mahsulotlardan iborat (masalan, tamaki tutuni, sariq-qo'ng'ir rang temirli suvlar, sut) dir. Bunday eritmalar ko'zga mutlaqo bir jinsli va ko'pincha haqiqiy (ion yoki molekulyar eritmalaridan ajratib bo'lmaydigan darajada shaffof bo'lib ko'rinadi. Dispersion muhit ("erituvchisi"

<sup>1</sup> Grekcha "kola" - elim, "kolloid" elimsimon demakdir.

<sup>2</sup> Dispersiya - tarqalish, bu yerda juda mayda zarrachalardan iborat moddaning xolati. Dispersiyalik darajasi shu zarrachalarning katta-kichikligi bilan aniqlanadi.

suvdan iborat bo'lgan zollarning dispers zarrachalari oddiy filtdan osonlikcha o'tib ketadi, lekin organik pardalardan o'tmaydi. Agar ularning kattaligi 5  $\mu$ m dan ortiq bo'lsa, ularni ultramikroskopda, Tindal yorug'lik konusi deb ataluvchi effekt yordami bilan ko'rish mumkin. Bunday effektini kolloid eritma bilan to'ldirilgan maxsus shisha idishini yon tomondan yoritib hosil qilinadi. Yaratilgan shu effekt odatda biz ko'rib yurgan qorong'i uydə proyeksiyon fonardan chiqadigan bir tutam nurga juda ham o'xshab ketadi: yoritilgan konusda broun harakatini bajarayotgan dispers faza zarrachalari ko'rinadigan bo'lib qoladi, uni ba'zi bir organik birikmalarning juda yirik molekulyar eritmalaridan boshqa g'ech qanday haqiqiy eritmalarda ko'rish mumkin emas.

Gellarda dispers faza shunchalik ko'p miqdorda bo'ladi, undagi har bir dispers zarracha bir-biri bilan yopishib qolgandek elimshak, elimsimon, shishasimon massalar hosil qiladi. Shunday hollarda dispersion muhit dispers faza zarrachalari orasida bo'sh qolgan fazoni ishg'ol etganga o'xshab turadi. Qurum, loy, opal (kremnezem geli), limonit (temir gidroksidlari geli) va boshqalar gellarning misoli bo'lishi mumkin.

Dispersion muhitni tabiatga qarab gidrozollar va gidrogellar (dispersion mug'it – suv), ayerozollar va ayerogellar (dispersion muhit – havo), pirozollar va pirogellar (dispersion faza – qandaydir qotishma), kristallozollar va kristallogellarga (dispersion faza – qandaydir kristall modda) va hokazoga ajratadilar.

Yer qobig'ida gidrozollar, kristallozollar va gidrogellar ko'proq tarqalgan. Quyida faqat shular to'g'risida gap boradi.

Gidrozollarni juda osonlik bilan moddani dispers faza zarrachalari kattaligida qilib, suvda mexanik usul bilan maydalab hosil qilish mumkin. Tabiatda mayin dispers va dag'al dispers sistemalar ko'pincha tog' jinslar bilan minerallarning harakatlantiruvchi kuch (oqar suvlar, muzliklar, tektonik uzulmchanliklar va h.k.) ta'sirida ishqalanib maydalanishi natijasida g'osil bo'ladi.

Biroq tabiiy kolloid eritmalarining hosil bo'lishida molekularning suvli muhitda kondensatsiyalanishga (to'planishga) olib keladigan kimyoviy reaksiyalar: oksidlanish, qaytarish va ayniqsa almashinib parchalanish reaksiyalari juda muhim ahamiyatga ega. Kolloidlarning yer qobig'ining eng ustki qismlarida hosil bshlishida organizmlarning hayotiy faoliyati (biokimyoviy protsesslar) ham ahamiyatga egadir.

Muhimi shundaki, kolloid eritmalaridagi dispers zarrachalar elektr zaryadlangan bo'lib, eritma orqali elektr toki o'tkazish bilan bunga osonlikcha ishonch hosil qilish mumkin. Shu kolloidning hamma zarrachalari bir xil zaryadlangan, shunga ko'ra ular bir-biridan itarilib, dispersion muhitda cho'kmagan holatda saqlanadi. Zaryadning yuzaga kelishi dispers zarrachalarning shu eritmalarda bo'lgan u yoki boshqa ionlarni adsorbsiya etishi (yutishi) bilan bog'liq deb tushuntiriladi. Bu masalada birmuncha batafsil to'xtalib o'tishga to'g'ri keladi.

Misol uchun AgBr dispers zarrachalarini ko'z oldimizga keltirmaylik. Ultramikroskopik darajada mayda bo'lishiga qaramay, u kristall strukturaga ega bo'lishi kerak, bu 7-rasmdagi sxematik kesmada tasvirlangan.  $Ag^{1+}$  kationlari bilan  $Br^{1-}$  anionlarining har biri shu fazoviy panjara ichida qarama-qarshi zaryadlangan olitə ion bilan o'ralgan: bularning to'rttasi – rasmning tekisligiga, bittasi shu ionning ustida, yana bittasi uning pastida joylashgan. Shunday qilib, dispers zarrachalarning ichki anionlari valentligi butunlay to'yingan. Kristall panjarasimon chekka ionlari fazoviy panjaraning rasm tekisligiga tik o'tgan yonida joylashgan tashkil ionlarning ko'pchiligi faqat beshta qarama-qarshi zaryadli ion bilan to'ynadi (uchtasi rasm tekisligida, bittasi – ras tekisligidan pastda, yana bittasi rasm tekisligidan yuqorida). Bular shu yo'l bilan osongina hisoblab chiqiladi. Binobarin, dispers zarrachalarning tekis yuzalarida joylashgan Ag va Br  $\frac{1}{6}$ -to'ynnagan valentlikka, qirralarida joylashgan ionlari esa  $\frac{2}{6}$  to'ynnagan burchaklarida joylashgan ion ionlar esa  $\frac{3}{6}$

to'yinmagan valentlikka ega. Mana shu to'yintirilmagan qoldiq zaryadning o'zi eritmadagi brom yoki kumush ionlarining ma'lum miqdorda yutilishi (adsorbsiyasi) uchun sabab bo'ladi va ular dispers zarrachalarning yuzasida diffuziya qavati deb aytiladigan qavatda ushlanib turadi.

Amalda AgBr kolloidni quyidagi sxema bo'lsicha reaksiya beruvchi  $\text{AgNO}_3$  va KBr eritmalarini aralashtirish yo'li bilan olinadi:  $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} = \text{KNO}_3$ . Agar shu eritmalar ekvivalent miqdorda aralashtirilar ekan, u holda kristallning cho'kmalari AgBr (lekin kolloid emas) hosil bo'ladi. Agar kumush nitrat tuzi eritmasiga quyilsa zol yuzaga keladi, bundagi AgBr dispers zarrachalari  $\text{Br}^-$  ionlarining adsorbsiya etilishiga quyish tartibi aksincha bo'lsa AgBr dispers zarrachalari  $\text{Ag}^{1+}$  kationi adsorbsiya etadi (yutib) va shuning natijasida musbat zaryadlanadi.

Gidrozollar bilan dispers fazalarning tuzilishi haqida haqiqiy tushunchalarga ega bo'lish maqsadida ularning xarakteristikasiga elektrokimyo nuqtai nazari bilan murojaat qilamiz.

8-rasmda dispersion muhitda, ya'ni (suv bilan qurshab olingan dispers zarracha sxematik tasvir etilgan. Suv tarkibida odatda tabiiy sharoitlarda yer osti suvlari tarkibida ma'lum miqdorda erigan tuzlar bo'lgani kabi  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $[\text{SO}_4]^{2-}$  va boshqa ionlar bor. Dispers zarrachaning o'zi avvalgi holdagi kabi kristall faza shaklida ko'rsatilgan bo'lib, uning burchak nuqtalarida valentligi to'liq to'yinmagan bo'lishi kerak. Demak, shu burchaklarda (qirralarda) adsorbsiya etilgan ionlar bizning misolimizda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  kationlari dispers zarrachani musbat zaryadlab va diffuziya qavati hosil qilib to'planadi.

Fazoviy panjara burchak uchlari joylashgan anionlar eritmada bo'lgan ionlargagina emas, balki suvning zaryadsiz molekulariga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi.  $\text{N}_2\text{O}$  molekulari dipoldan iborat va ajoyib tuzilishga ega, biz buni keyinchalik bilib olamiz. Buni bitta manfiy zaryadini o'zining ichiga kirib olgan ikkita  $\text{N}^{1+}$  protonlari bilan neytral holga keltirilgan

kislorod ion  $\text{O}^{2-}$  shaklida tasavvur etish mumkin. Ikkala proton musbat zaryadlangan va bir tomonda (kislorod ion markazidan) joylashgan bo'lib, buning qarama-qarshi tomoni manfiy zaryadlangan.  $\text{N}_2\text{O}$  molekularining shunday tuzilishi ularni muayyan tartib bilan (8-rasm) joylashishiga; ikkita  $\text{N}^{1+}$  protoniga qarama-qarshi bo'lgan tomoni bilan kationlarga tortilishiga olib keladi. Elektr neytral  $\text{N}_2\text{O}$  molekulari o'ziga ta'sir ko'rsatuvchi kation zaryadlarini neytral holatga keltirmas ekan, shuning uchun ham shu zaryad bundan keyin molekulariga ham tarqala beradi va yaqinroq turgan  $\text{N}_2\text{O}$  molekulari avvalgilari kabi yo'nalishga ega bo'lib qoladi.

Shunday qilib, dispers zarracha atrofida ionlarning butun bir to'dasi va muayyan yo'nalishga ega bo'lgan  $\text{N}_2\text{O}$  molekulari yuzaga keladi (8-rasm). Suv qavatining qalinligi gidratlanuvchi kationlarning ( $\text{N}_2\text{O}$  molekularini tutib turuvchi) turi bilan bog'liq. Ishqor metallarning kationlari eng kuchli gidratlanuvchi kationlardir. Masalan, ion  $\text{Na}^{1+}$  ion suvli muhitda 60-70 yo'nalgan  $\text{N}_2\text{O}$  molekulasini ushlab turadi.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, ba'zi bir paytlarda diffuziya qatlami kationlari kislotalar ta'sirida anionlar bilan, maslan  $\text{Cl}^-$  ( $\text{SO}_4$ )<sup>2-</sup> va boshqa anionlar bilan almashinishi mumkin. Shu anionlar ham kationlarga o'xshab gidratlangan bo'lishi mumkin, biroq suv molekularining yo'nalishi o'sha kationlarda bo'lganining aksicha bo'ladi (8-rasm, o'ng tomoniga q.).

Rasming o'ng tomonida eritmada gidratlangan kationlar bilan anionlar o'z atrofidagi yo'nalishga ega bo'lgan  $\text{N}_2\text{O}$  molekulari bilan birga alohida-alohida qilib ko'rsatilgan: 1 - kristall bo'lib tuzilgan dispers fazaning yadrosi; 2 - dispers zarracha kristall strukturasi; anionlar; 3 - o'shandagi kationlar; 4 - burchak va qirralarga chiqib qolgan muvozanatga keltirilmagan qoldiq zaryadli ionlar; 5 - dispers zarracha atrofidagi ionlar to'lasi bilan yutilgan (adsorbsiyalangan) ionlar; 6 - elektr neytral  $\text{N}_2\text{O}$  molekularining shartli ravishda tasvirlangan dipollari

Yuqorida bayon etilganlardan quyidagicha xulosa chiqarish mumkin:

1. Zaryadlangan dispers fazani elektrokimyoviy nuqtai nazardan qarab, zollardan elektr toki o'tkazganda ma'lum elektrod tomon siljish (elektroforez hodisasi) qobiliyatiga ega bo'lgan yirik ion ("makroion") deb hisoblash mumkin.

2. Dispersion muhit tarkibida ionlarga dissotsiatsiyalashgan turli birikmalar bo'lishi mumkin va ko'pincha shunday bo'ladi ham, biroq shunga qaramasdan u dispers faza uchun tushunchamizdagi oddiy erituvchi bo'la olmaydi.

3. Diffuziya qatlami kationlar dispersion muhitdagi elektrolitlarning tarkibi va konsentratsiyasi ma'lum sabablarga ko'ra o'zgarar ekan, boshqa kationlar bilan almashinishi mumkin. Adsorbentlarda (adsorbsiya etuvchi kolloidlarda) bir ionning boshqasi bilan almashinishi yoki siqib chiqarilgan o'zaro ta'sir etuvchi masalalar qonuniga muvofiq yuz beradi.

Yuqorida ta'riflab o'tganlarimiz dispers zarrachalarning yuzasida to'yinmagan valentliklarning bo'lishi va shunga bog'liq ravishda kationlar yoki anionlarning adsorbsiya etilishi hodisalari hech shubhasiz, yirik kristallarga yoki kristall donalarga ham taaluqlidir. Agar bu masalaga shu hodisaning energetikasi jihatidan yondoshar ekanmiz, u holda haqiqiy kristallar bilan dispers faza orasida katta farq bor ekanligini ko'ramiz.

Kolloid eritmalardagi adsorbsiya hodisasi dispers faza va dispersion muhit orasidagi chegara bilan bog'liq bo'lar ekan, u holda moddaning umum yuza energiyasini ifodalash uchun hajm birligidagi dispers zarrachalarning umumiy yuzasi juda muhim ahamiyatga ega. Solishtirma yuza deb aytiladigan bu yuza moddalarning disperslik darajasi ortishi bilan keskin ko'payadi. Buni ko'rsatish qiyin emas.

Bizga qandaydir bir mineralning qirralari 1 sm ga teng bo'lgan kubik kristali berilgan deb faraz qilaylik. Uning umumiy yuzasi 6 sm<sup>2</sup> ga teng bo'ladi (solishtirma yuzasi - 6). Agar shu kubni sakkiz qismga bo'lsak (9-rasmda ko'rsatilganidek), u

holda shu olingan sakkizta kichik kublarning umumiy yuzasi 12 sm<sup>2</sup> ga teng, qirralarini esa 1 mm dan qilib kubchalarga bo'lar ekanmiz, ularning umumiy yuzasi 60 sm<sup>2</sup> ga teng bo'ladi. Agar kubchalarni bo'lishni yana davom ettirib 1 mu gacha, ya'ni kolloid dispers fazasi kattaligigicha olib borsak, u holda uning umumiy yuzasi nihoyatda katta bo'lib ketadi va massaning umumiy hajmi 1 sm<sup>3</sup> bo'lishiga qaramay 6000 m<sup>2</sup> ga etadi (ya'ni solishtirma yuzasi 6010<sup>7</sup> ga teng bo'ladi). Bunda o'sha kubchalarning soni 10<sup>21</sup> ga etadi.

Shunday qilib, solishtirma yuza x bilan, donalarning kattaligi y orasida oddiy formula:  $x = \frac{6}{y}$  bilan ifoda etiladigan teskari proporsional bog'lanish borligini ko'ramiz. Shu bog'lanishni grafika shaklida osonlikcha tasvirlash mumkin (10-rasm).

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, yirik kristallangan sistemalarning solishtirma yuzasi, demak, shu bilan bog'liq bo'lgan yuza energiyasi ham shunchalik kam ahamiyatga egaki, amalda uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Aksincha bu kolloid sistemalarda katta ahamiyatga egadir. Shuning uchun ham kolloid mahsulotlarning amaliy maqsadlarda keng qo'llaniladigan bir qancha fizik va kimyoviy xususiyatlari birmuncha yirik kristallangan moddalar xususiyatlaridan katta farq qiladi.

Diffuziya hodisasi kolloid eritmalarda haqiqiy eritmalarga qaraganda birmuncha sust namoyon bo'ladi, bu dispers faza zarrachalarining ionlarga qaraganda ancha yirik bo'lishi bilan tushuntiriladi. Bu tarkibi bilan tuzilishiga ko'ra ko'pincha mutlaqo bir jinsli bo'lmashligida o'z aksini topadi.

Kristallozoolar, ya'ni qandaydir moddaning dispers fazasini o'z ichiga olgan tipik kristallangan muhitlar ko'pincha gidrozoolarning kristallanishi natijasida vujudga keladi. Ularning hosil bo'lish protsessini loyqa suvning, ya'ni tarkibida cho'kmagan dispers zarrachalari bo'lgan suvning kristallanishi (muzga aylanishi) protsessi bilan taqqoslash mumkin. Hosil bo'lgan muz ham loyqa, ya'ni o'sha suv tarkibida bo'lgan

dispers faza bilan loyqalangan bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda u kristallozoldan iborat bo'ladi.

Kristallozollarga avvalo juda ko'p xilma-xil rangli minerallar, odatda rangsiz shaffof kristallar holida topiladigan minerallar ham kiradi. Masalan, qizg'ish karnallit, qizil barit (tarkibida dispers faza shaklida bo'lib, temir (III) – oksid ishtirok etganligi uchun) hamda rangi ba'zi paytlarda sulfidlarning tarqoq mayda zarrachalari, boshqa paytlarda esa organik moddalar bilan bog'liq bo'lgan qora kalsit va h.k. shular jumlasidandir. Sutdek oq kvarts, kalsit va boshqa minerallar ham shular qatoriga kiritilishi kerak; ularning tarkibidagi dispers faza vazifasini ko'pincha yupqa shliflarda mikroskopda ko'rish mumkin bo'lgan tarqoq gaz yoki suyuqlik zarrachalar o'taydi. Masalan, kvarts, kalsit va boshqalar kristallangan zonal (yo'l-yo'l) tuzulishidagi shunday kristallar borki, bu shaffof va rangli yoki sutdek oq zonalarning (yo'llarning) birin-ketin qaytarilishi bilan bog'liq.

Hech shubha yo'qki, shaffof bo'lmagan minerallar orasida ham kristallozollar bor. Minerallarning tarkibida kimyoviy ham spektral analizlar yordami bilan bilimadigan, lekin ularning shu ishtirokini kristallokimyoviy nuqtai nazardan qaraganda izomorf aralashishning natijasi deb tushuntirib bo'lmaydigan elementlar aralashmasining borligi shundan dalolat beradi. Masalan, pirit kristallaridagi mis aralashmasi, pirit, galenit, arsenopirit va boshqa minerallar tarkibidagi oltin va h.k. shular jumlasidandir. Shunday kristallardan tayyorlangan, jilolangan shliflarni mikroskopda juda katta qilib ko'rganda xalkopirit, sof tug'ma oltin va boshqa minerallarning juda mayda aralashmalari borligi, balki ular tarkibida rasmiy mikroskopda ko'rib bo'lmaydigan yanada mayin dispers zarrachalar ishtirok etar, degan fikrning tug'ilishiga olib keladi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Hozirgi zamon rasmiy mikroskoplarning aniqlash qobiliyati 9 aniqlash chegarasi 0,5-1,0  $\mu$  tashkil etadi. Birmuncha maydaroq zarrachalarni har qancha katta qilib qaraganda ham aniqlab bo'lmaydi.

Tabiiy sharoitlarda gidrogellar ko'pincha gidrozollarda ularning suvli muhitda quyuqlanish yo'li bilan mayda-mayda tugunchalar hosil qilib koagulyasiyalanishi natijasida yuzaga keladi. Koagulyasiyalanish protsessi faqat muayyan sabablarga ko'ra dispers zarrachalarning o'z zaryadlarini yo'qotib elektr neytral bo'lib qolgan paytlaridagina boshlanadi. Shunday hollarda zarrachalarning bir-birini itarish kuchi yo'qoladi, zarrachalarning bir-biri bilan birlashib birmuncha yirik, polionlar deb aytiladigan jismlarning hosil bo'lishi, keyinchalik esa ularning og'irlik kuchi ta'sirida cho'kishi yuz beradi.

Dispers zarrachalarni koagulyasiyalanishga olib keladigan zaryadlarning neytralinishi quyidagi har xil usullar bilan yuzaga kelishi mumkin:

a) kolloid eritmalariga elektrolitlar (ion eritmalar) qo'shish yo'li bilan; bunda neytrallanish dispers fazaning zaryadlariga bog'liq holda elektrolit anionlari yoki kationlari bilan sodir bo'ladi. Kolloid eritmalar oqib keladigan katta daryolarning quyilish joyidagi juda ko'p balchiq cho'kindilar shunday yo'l bilan hosil bo'ladi; o'sha daryo suvlari tarkibida elektrolitlar vazifasini o'tovchi erigan tuzlari bo'lgan okean suvlari bilan to'qnashganda koagulyasiyalanadi va dengiz havzalari qirg'oq bo'yi zonalarida cho'kadi;

b) tarkibidagi kolloid zarrachalari qarama-qarshi zaryadlangan va muayyan miqdoriy nisbatlarda olingan kolloid eritmalarining o'zaro ta'sir etib neytrallanishi yo'li bilan buning natijasida gellar aralashmasi hosil bo'ladi (masalan, kolloid kremnezga boy bo'lgan qo'ng'ir temirtoshlar – temir gidrooksidlari);

v) kolloid eritmalarining vaqt o'tishi bilan o'z-o'zidan koagulyasiyalanishi yo'li bilan (aytiqsa, sistemadagi dispersion muhitning – suvning yo'qolishi) bug'lanib kamayishi yuz bersa, bunda tabiiyki, kolloid eritmalar tarkibidagi elektrolitlar konsentratsiyasining ortishi ham sodir bo'ladi; qurib borayotgan ko'llarning loyqa va balchiq cho'kindilari bunga misol bo'ladi;

g) kolloid eritmalarining tog' jinslaridagi kapillyar kovaklar bo'ylab siljishi raytida; suvning diyelektrik o'zgarishi (konstanti) yuqori bo'lganligi natijasida kapillyarlarning namlanib borayotgan devorlari  $[OH]^-$  ionlari bilan manfiy zaryadlanadi, bu esa iljib borayotgan kolloid eritmalaridan musbat zaryadlangan zarrachalarning mayda tangacha yoki gardlar shaklida cho'kishiga sabab bo'ladi;

d) turlarning kimyoviy aktiv eritmaları bilan osonlikcha reaksiyaga shu paytning o'zidayoq koagulyasiyalanadigan kolloid eritmalar hosil qilib, kirisha oladigan u yoki boshqa tog' jinslarning metasomatoz (almashinish) protsesslari vaqtida (masalan, ohaktoshlarda kuporosli (misi) suvlar hisobiga malaxitning hosil bo'lishi) va h.k.

biosfera sohasida organik yo'l bilan hosil bo'lgan gellar keng tarqalgan. Ko'p hollarda shu gellarning hosil bo'lishi bakteriyalarning hayotiy faoliyati bilan bog'lik. Masalan, temir bakteriyalari deb aytiladigan balchiq ko'l cho'kindilarida sekin-asta kolloid temir gidrooksidlarini (limonit) tshplab boradigan bakteriyalar borligi aniqlangan.

Dispers zarrachalari ust tomonidan suv molekulari qavati bilan o'ralib oladigan kolloidlar – gidrofil kolloidlar, aks holda – gidrofob kolloidlar deb ataladi. Gidrofil kolloidlar gidrofob kolloidlarga qaraganda birmuncha qiyinchilik bilan koagulyasiyalanadi. Gidrofil kolloidlar eritmalar koagulyasiyalangan paytlarda odatda shilimshiq, elimshak, daraxt elimiga o'xshash gel cho'kindilari hosil bo'ladi. Gidrofob kolloid eritmalaridan esa ko'pincha kukunsimon va mayda tangachalardan iborat massa holdagi gellar hosil bo'ladi.

Gellar, ayniqsa gidrofil kolloid eritmalaridan yuzaga kelgan gellar vaqt o'tishi bilan osonlikcha suvini (dispersion muhitni) yo'qotadi, ya'ni degidratatsiyalanadi. Suvga boy gidrogellar yuzaga kelish paytida deyarli suyuq holatda bo'ladi. Dispersion mug'itining havoda turib bug'langan sari ular quyuqlashtirib boradi va nihoyat qattiq, mo'rt bo'lib qoladi. Biroq qizdirish yo'li

balandgina ular tarkibidagi suvni butunlay chiqarib yuborish mumkin.

Ba'zi bir gellarga dispersion muhit qo'shilganda ular shishib qolishgina (daraht elimidek) emas, balki qaytadan zollarga aylanish qobiliyatiga ham egadir. Gellarning xuddi shunday zollarga aylanishi protsessi peptizatsiya deb aytiladi. Qaytuvchi gellar deb ataluvchi bunday gellar organik dunyo ichida keng tarqalgan. Lekin noorganik kolloid mahsulotlarning deyarli hammasi qaytmas, ya'ni zollarga aylamaydigan gellar qatoriga kiradi.

Adsorbsiya hodisasi gellarda o'z mohiyatini saqlaydi, deb o'ylash mumkinki, shu bilan birga ko'p hollarda selektiv adsorbsiya, ya'ni tanlab adsorbsiyalash (yutish) kuzatiladi. Masalan, gil moddalar ko'pincha kaliy bilan radioaktiv elementlar kationlarini, marganets ikki oksid geli esa Va, Li, K kationlari (lekin anionlarni emas) adsorbsiya etish qobiliyatiga ega va h.k.

Shunday qilib, yuqorida ko'rib o'tganimizdek, kolloid eritmalar o'z xususiyatlari bilan haqiqiy eritmalaridan ham, shuningdek yirik dispers (zarrachalari 100 m $\mu$  dan katta) sistemalardan ham katta farq qiladi. Kolloid eritmalarida birinchi navbatda kristall panjaralarining vektorlik xususiyati ham, kimyoviy yaqinlikning kuchi ham emas, balki juda katta yuza energiyasi va u bilan bog'liq bo'lgan zaryad kuchlari namoyon bo'ladi. Shunga qaragandan kolloid eritmalar bilan haqiqiy eritmalar orasida ham huddi shunday yirik dispers sistemalarda sekin-asta o'tish mavjud bo'lgani kabi sekin-asta o'tish bor.

V.Ostvald dispers sistemalarining quyidagicha sxemasini keltiradi:

## Dispers sistemalar

↓ ↓ ↓  
Yirik dispers sistemalar Kolloidlar Haqiqiy eritmalar →

Disperslikning orta borishi darajasi  
Zarrachalari > 100 mμ 100 dan 1 mμ gacha < 1 mμ

Bu sxema suyuq sistemaga ham, qattiq sistemaga ham baravar taaluqli bo'lishi kerak.

Hozirgi vaqtda "kolloid holat materiyaning umum holatidir" (Veymarn), ya'ni har qanday moddani kolloid holida olish mumkinligi shubhasiz aniqlanadi. Shunisi muhimki, kolloidlar juda ham har xil bosim bilan haroratlarda ham, juda ko'p xilma-xil sharoitlarda ham yuzaga kelishi mumkin.

Qattiq kolloidlarni alohida o'ziga xos mineral deb qarash albatta mumkin emas, chunki ular aslida har xil moddalarning mexanik aralashmasidan iborat (dispers fazalar va dispersion muhitlar)dir. Birok faqat tashqi ya'ni makroskopik belgilarga qarab ularni tipik minerallardan mutlaqo ajratib bo'lmaydi. Bular bilan minerallar orasidagi farqni hamda bizga ma'lum bo'lgan mikroskopda aniqlash usullarini qo'llab ham bilib bo'lmaydi, deb qat'iy ravishda aytish mumkin. Shuning uchun ta'rifiy mineralogiya kurslarida kolloid mahsulotlar shartli ravishda tipik minerallar bilan bir qatorda ko'riladi.

Avvalari qattiq kolloidlarni (gellarni) aniq kristall mahsulotlar bo'lib topilmaganligi uchun (kristallozollarni) e'tiborga olmaganda), amorf minerallar qatoriga kiritilar edi. Lekin rentgenometrik tekshirishlar bu moddalarning ko'pinchi yashirin kristallangan moddalardan iborat ekanligini ko'rsatadi, shuning uchun ham ular tashqi ko'rinishiga ko'ra tipik amorf gomogen jismlarga o'xshab ketsa ham bu jismlar qatoriga kiritilmaydi.

**Gellarning qayta kristallanishi haqida.** Shu narsa aniqlanadiki, kaogulyasiyalanish natijasida vujudga keladigan

kellar vaqt o'tishi bilan qariydi, ya'ni sekin-asta ularning tarkibi va tuzulishi o'zgaradi. Bu o'zgarish avvalo moddaning tarkibidagi suvini asta-sekin yo'qota boshlashida, ya'ni degidratatsiyalanishida (suvsizlanishida) o'z aksini topadi.

Masalan, tabiatda keng tarqalgan kremnezem gidrogeli — opallardir. Kremnezemning suvga boy gidrogeli yarim suyuq — elimshak qiyofaga ega bo'ladi. Ular sekin-asta suvini yo'qotib, borgan sari qattiqlashadi va singan joylari shishadek yoki qisman xiraroq yaltiraydigan bo'lib qoladi. Tabiatda ko'pincha tarkibida suvi kamroq bo'lib topiladigan opallar huddi shunday qiyofaga egadir. Bu jins ko'z bilan ham, mikroskop bilan ham ko'rib bo'lmaydigan faqat qandaydir organik moddalar bilan xarakterlanadi. Bularda saqlanib qolgan suvni faqat qizdirish yo'li bilan yo'qotish mumkin.

Suvga boy gellar juda tez degidratatsiyalanganda ular ko'rinarli darajada g'ovak, ba'zan esa massaning burishib qolishi yoki qurishi natijasida ko'pincha ko'lmakdagi loyning qurigandi bo'lgani kabi mayda-mayda darzlar yuzaga keladi.

Yeski-qarigan kolloid jinslar aniq kristallangan modda tuzilishiga ega bo'lgan bir paytda Debay-Sherret usuli bilan rentgen nurlari yordamida tipik qattiq va yarim qattiq gellarni tekshirish ularning ko'pchiligi interferension yo'llar hosil qilmasligini ko'rsatadi. Ayrim hollarda shunday gellarni mikroskopda tekshirganda ham bunga ishonch hosil qilish mumkin. Masalan, ko'pgina kalsiy karbonatidan iborat stalaktit jinslarda huddi shunday bo'ladi. Opallarning (qattiq kremnezem gellarining) o'rinda qayta kristallanish natijasida suvsiz xalsedonning yashirish kristallangan agregatlari yoki kvars hosil bo'ladi. Bunga kremenlar bilan agatlar misol bo'lishi mumkin. Kristallangan donador agregatlarga aylanib qolgan shunday gellarni metakolloidlar (avvalgi kolloidlar) deb aytiladi.

Gellar qayti kristallanishining mohiyati — tartibsiz yo'nalgan dispers fazalarning yagona kristall strukturasi ega bo'lgan birmuncha yirik birliklarga to'planishidan iboratdir. Bu hodisa jamlama kristallanish degan nom bilan mahurdur. Bunda

moddalarning eng kichik solishtirma yuzaga, binobarin, eng kichik yuza energiyasiga ham ega bo'lgan holatda o'tishi uchun tutgan qonuniy yo'li ko'rinib turadi.

Shu bilan birga ayniqsa buyrakka o'xshash gel massalarida radial nur kabi joylashgan alohida-alohida ignachalardan iborat agregatlar yuzaga keladi, ularning bunday tuzilishi singan joylarida yaxshi ko'rinib turadi. Qobiq sharga va buyrakka o'xshash shu jinslarning ustki qismida, ba'zi minerallarning o'sha radial borayotgan ignachalarning davomida kristall yonlariga ega bo'lishi xarakterlidir.

Gellarning qayta kristallanishi uchun ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar xilma-xildir. Harorat va bosim ko'proq ahamiyatga ega bo'lib, ularning ko'tarilishi qayta kristallanish protsessini tezlashtiradi. Iqlim sharoitlari ham shubhasiz muhim rol o'ynaydi. Quruq va issiq mqlimli tumanlarda yer yuzasi hosil bo'layotgan gidrogellarning degidratatsiyalanishi va qayta kristallanishi mo'tadil nam iqlimi bilan xarakterlanadigan tumanlardagiga qaraganda kuchliroq o'tadi. Albatta vaqt ham shubhasiz ahamiyatga egadir, uning davomida xilma-xil geologik sharoitlarda gellarning sekin-asta aniq kristallangan agregatlarga aylana borishi yuz beradi.

Ma'dan va jins hosil qiluvchi mineralarning fizik xossalari  
(A.G.Betexin, 1960)

No	Mineralning nomi va formulasi	Singoniyasi, shakli, agregat holati	Rangi	Qattiqligi	Yaliroqligi, shaffoqligi	Paydo bo'lishi
1	Poliksen (Pt, Fe)	Kub mayda noto'g'ri donali shaklda uchraydi		4	Metaldeklar yaltiraydi, eziluvchan, ilmoqli bo'lib sinadi	O'tasos intruziv jinslar bilan genetik bog'liq
2	Nevyanskit (Zr, Os)	Geksgonal, donali, kristallar hosil qiladi		7	Metall kabi yaltiraydi	Dunit va peridotit bilan genetik bog'liq
3	Margimush As, S	Trigonal, buyraksimon oqib shaklli qobiqalar hosil qiladi		3,5	Metaldeklar o'tkir yaltiraydi	Yugori harorati gidrotermal jarayonda
4	Vismut Bi	Trigonal xoi-xoi donali, ba'zan bargsimon, patsimon		2,5	Metall kabi yaltiraydi	Yugori harorati gidrotermal jarayonda

**Sulfidlar va sulfotuzlar sinfi**

1	Gidrotermal jarayonda	Olmosdek yaltiraydi	3,5	Sariq, qizg'ish sariq ba'zan qizil	Geksagonal mayda donador bochkasimon ko'rinishda	Grinokit Cd S
2	Gidrotermal jarayonda	Metall kabi kuchli yaltiraydi	4	Jez-sariq, kamalakdek tovlanadi	Trigonal parallel chizmalar bilan goplangan ignaga o'xshash mo'rt	Millerit Ni S
3	Magmatogenlik vatsiya konlarida	Metall kabi yaltiraydi	4	Bronza - sariq	Kubik yaxshi kristali yo'q tuproqsimon zich holda uchraydi	Pentlandit (Fe, Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>
4	Gidrotermal jarayonda	Yarim metall kabi yaltiraydi	3	To'q mis qizil, ola-bula zangor bo'lib tovlanadi	Kub xol-xol donali va yaxlit massasimon	Bornit Cu <sub>5</sub> Fe S <sub>4</sub>
5	O'rt va past darajali gidrotermal jarayonda	Shaffof emas, metalldek yaltiraydi	2,5	Qo'rg'oshindek kulrang	Rombik prizma, ustunsimon, ignaga o'xshash yonlari chiziqchalar bilan goplangan	Antimokit Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
6	Gidrotermal jarayonda, ba'zan skarnlarda	Metall kabi yaltiraydi	2,5	Oq kulrang ola-bula tovlanadi	Rombik yaxlit donador shu'lasimon	Vismutin Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>

7	Gidrotermal jarayonda	Metall kabi yaltiraydi	6	Mis-sariq, yashilsimon tovlanadi	Rombik nayzasimon, ba'zan taxtachasimon	Markazit Fe S <sub>2</sub>
8	Asos intruzivlar bilan genetik bog'liq	Metall kabi yaltiraydi	7	Qalayidek oq	Kub mayda kristallar hosil qiladi	Sperilit Pt As <sub>2</sub>
9	Gidrotermal jarayonda	Metall kabi yaltiraydi	6	Oq, po'latdek kulrang, pushtiroq tovlanadi	Kubik yaxshi kristallari uchraydi, ba'zan yaxlit massasimon	Kobaltn Co As S
10	Gidrotermal jarayonda	Metall kabi yaltiraydi	5,5	Kumushdek oq, po'latdek kulrang	Kub okayedrik, donador shakllarda bo'ladi	Gersdorft Ni As S
11	Gidrotermal jarayonda	Metall kabi yaltiraydi	5,5	Oq, kulrang	Rombik prizmatik kristalli, ba'zan yaxlit massasimon	Lellingit Fe As <sub>2</sub>
12	Gidrotermal jarayonda	Shaffof emas, metalldek yaltiraydi	4	Kulrang, temirdek gora	Kub yaxlit massasimon, ba'zan xol-xol donador	Tetayedrit Cu <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
13	Gidrotermal jarayonda	Shaffof emas, yarim metalldek yaltiraydi	3,5	Kulrang, ba'zan gora	Rombik yaxlit donali massalar va xol-xol donali kristallar	Yenorgit Cu <sub>3</sub> As S <sub>4</sub>

14	Burmonit $Cu Pb Sb S_3$	Rombik, noto'g'ri shakllar hosil qiladi	Kulrang, ba'zan sarg'ish-qo'ng'ir	3	Shaffof emas, yarim metallidek yalitraydi	Gidrotermal polimetal konlar	
15	Prusit $Ag_3 As S_3$	Trigonal cho'zinchog roboyedr, xol-xol donali	Qizil kinovar rangiga o'xshash	2,5	Yarim shaffof olmos kabi yalitraydi	Gidrotermal polimetal konlar hosil qiladi	
16	Bulanjerit $Pb_5 Sb_4 S_{12}$	Myunosin kristallari kam, mayin donali chalkash tolali agregatlardan iborat	Kulrang, temirdek gora	2,2	Shaffof emas, metallidek yalitraydi	Gidrotermal jarayonda, polimetal konlarda	
<b>Oksidlar sinfi</b>							
1	Gausmanit $Mn \cdot Mn_2 O_4$	Tetragonal, donador agregatlar holida uchraydi, ichki tuzilishi shpinelga o'xshash	Qora mo'rt	5	Kristallari olmosga o'xshash, yarim metallidek yalitraydi	Kontakt- metasomatik va Gidrotermal	
2	Brukrit $TiO_2$	Rombik, prizmatik, kristall yonlari tik chiziqchalar bilan goplangan	Sarg'ish, qizg'ish, qo'ng'irdan goragacha	6	Olmosdek chitraydi	Gidrotermal sharoitda yuzaga keladi	

3	Pirolyuzit $MnO_2$	Tetragonal, ignasimon, nayzasimon, ba'zan yaxlit yashirin kristallangan kukun, gurunsimon	Qora, ko'kimtir tusda tovlanadi	6	Shaffof emas, yarim metall kabi yalitraydi	Gidrotermal markaz konlari
4	Perovskit $CaTiO_3$	Kubik, yirik kristallari ko'p uchraydi	Kulrang, gora, qizg'ish-qo'ng'ir va och sariq	6	Olmos kabi yalitraydi	Bazaltlarda va xromit konlarida uchraydi
5	Uraninit $UO_2$	agregatlar kolloid Kub kristall r buyraksimon ogiq	Qora, ba'zan binatsha rangda tovlanadi	6	Shaffof emas, yarim metall kabi yalitraydi kuchli radioaktiv	Pegmatitlarda sharoitda yuzaga keladi
6	Kvars $SiO_2$	Geksaqonal, bo'shliqlarda druza shaklida yaxlit donador	Rangsiz, Xillari: Tog' xrustali- rangsiz, ametist- binatsha, kulrang, morton- gora, sitrin-sariq	7	Oq, shaffof, ba'zilar olmosdek yalitraydi	Nordon, magmatik, metamorfik jinslarda gidrotermal sharoitda paydo bo'ladi
7	Opal $SiO_2$	Zich shishasimon, massalar holda ogiq shaklida	Rangsiz, xromofor elementlar	5,5	Shisha kabi yalitraydi	Vulkanli geyzerlarda, gidrotermal

7		uchraydi	tufayli sariq, qo'ng'ir-qizil va qora	2,2		Shishadek, yemir bo'shiqlarida bodomsimon shakllarda uchraydi
8	Brusit Mg [OH] <sub>2</sub>	Trigonal, kristallari qalin, taxtachasimon, talkka o'xshash varagsimon agregat holda uchraydi	Oq, biron yashilsimon	2,5	Shishasimon, sadafsimon	Yerigan magniy birkmalari ishqorli muhida gidrolizlanish tufayli yuzaga keladi
9	Byomit Al OOH	Rombik, boksitlar oralarida, nefelinning parchalanishi mahsuloti bo'lib, mayda plastinkalar hosil qiladi	Rangsiz, sarg'ish oq	3,5	Shishasimon, sadafdek tovlanadi	Yekzogen konlarda yuzaga keladi. Nefelinning nurashidan paydo bo'ladi
10	Diaspor HAlO <sub>2</sub>	Rombik, yuqqa plastinkasimon, yassi taxtacha-simon bo'ladi	Sarg'ish-gunatsha-yashil kulrang	7	Shisha kabi va sadafdek yaltiraydi	Kontakt-meta-somatik va gidrotersomal ekzogen sharoitda hosil bo'ladi
11	Gyottit HF <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Rombik, ignasimon, ustunchasimon	Och qo'ng'ir, sariq-qo'ng'ir	5,5	Olmosdek, yarim metalldek yaltiraydi	Yekzogen sharoitda hosil bo'ladi

**Karbonatlar sinti**

1	Siderit-FeCO <sub>3</sub>	Trigonal donador, yashirin kristallangan radial shu lasimon, ba'zan tuprog'simon	Sarg'ish ba'zan qo'ng'ir	4,5	Shishadek yaltiraydi	Gidrotermal, ba'zan cho'kindi konlari ham bo'ladi
2	Rodoxrozit MnCO <sub>3</sub>	Trigonal, donador kristallari, radial shu lasimon	Pushti malina rangiga o'xshash	4,5	Shishadek yaltiraydi	Gidrotermal sharoitda tomirsimon, metasomatik holda
3	Smitsonit ZnCO <sub>3</sub>	Trigonal, tuprog'simon, yashirin kristallanganba'za n pot'siog'simon gobig'simon	Oq, yashilroq, qo'ng'itroq toblanadi	4,5	Shishadek mo'rt kislotada eriydi	Ohaktosh oralarida qo'ng'oshin rux sulfid konlarining oksidlanish zonalarda
4	Serussit PbCO <sub>3</sub>	Rombik yaxlit massalar holda	Tuprog'simon holda uchraydi	3,5	Olmosdek yaltiraydi	Qo'ng'oshin rux sulfid konlarining oksidlanishida
5	Chrosianit SnCO <sub>3</sub>	Rombik yaxlit donador, nayzasimon, tola-	Rangsiz, yashilroq, sarg'ish tuslarda	4	Shishadek, singan joylari yog'langandek	Gidrotermal sharoitda hosil bo'ladi

6	Viterit BaCO <sub>3</sub>	Rombik, sharisimon, buyraksimon, ba'zan tolasimon	Rangsiz sariq tusga ega	Shishadek, singan joylari yog'langandek	Gidrotermal sharoitda hosil bo'ladi
7	Azurit Cu <sub>2</sub> [CO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> [OH]	Monoklin kalta ustunsimon, prizma, tabletkasimon, radial shu'lasimon	To'q ko'k, havorang	Shisha kabi	Mis sulfid konlarining oksidlanishi zonalarda
8	Soda Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·OH	Monoklin tabletkasimon, donador	Oq, ba'zan kulrang	Shishadek	Natryga boy sho'r suvli ko'llarda paydo bo'ladi
9	Selstin SrSO <sub>4</sub>	Rombik, donador, nayzasimon, tomirsimon, gobiqsimon, ba'zan oq shakllarda	Havorang qizg'ish va sarg'ish tusda tovlanadi	Shishadek va sadardek tovlanadi	Yirik selstin massalari tuguncha, uyasimon, yaxlitsimon shaklda gilli gipsli va mergel jinslar oralarda uchraydi
10	Anglezit PbSO <sub>4</sub>	Rombik, tabletkasimon,	Rangsiz shaftof	Olmosdek	Sulfid konlarining oksidlanish

11	Tenardit Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Rombik, donador druzasimon	Oq, rangsiz, ba'zan qizg'ish tusda bo'ladi	Shaftof suvda eruvchan	Quriy boshlagan ko'llarda mirabilit bilan birga uchraydi
12	Yepsomit MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Rombik, zich oqig, tuproqsimon, ba'zan prizmatik	Oq, rangsiz, mazasi achchiq mo'r	Shishadek	Quyug nomakob, magnetzal sulfat sho'r suvli ko'llarda uchraydi
13	Melanterit FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Monoklin ignasimon, qilisimon, oqiglar shaklida yaxlit massalar hosil qiladi	Och yashil to'q kulrang	Shishadek	Kislorodga kambag'al, o'ta to'yingan sulfat suvlari tufayli hosil bo'ladi
14	Alunit Kal <sub>3</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Trigonal mayin donador, tolasimon va tuproqsimon	Kulrang, sarg'ish qizg'ish oq	Shishasimon sadardek	Dalashpatti jinslarining gidrotermal eritmalar tufayli paydo bo'ladi
15	Achchiqtosh K <sub>1</sub> Na Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Kub tuproqsimon gobiqsimon gullagandek	Rangsiz, suvda eriydi ba'zan suvni yo'qotadi	Shishadek	Yekzogen jarayonlarda hosil bo'ladi

**SILIKATLAR SINFI**

1	Torit Th SiO <sub>4</sub>	Tetragonal donador va yaxlit massasimon	Qora, sariq, qizg'ish- to'q sariq	Shishasimon yog'langandek bo'ladi	Nordon va ishqorli intruziv va ularning pegmatitlarida uchraydi
2	Forsterit Mg <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Rombik izometrik, ba'zan yassiroq kubrang	Rangsiz och kubrang	Shishadek shaftor	Magmatik va kontakt- metasomatik jarayonlarda
3	Fayalit Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Rombik, rombo- dipiramidal prizmatik	To'q sariq, goramtir yashilgacha	Shishasimon olmosdek yalitraydi	O'ta asos intruziv jinslar
4	Fenakit Be <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Trigonal romboyedrik	Shaftor rangsiz och sariq, go'ng'ir	Shishasimon yog'langandek	Pegmatitlar mahsuloti
5	Disten Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Triklin. Cho'ziq ustunsimon yassi	Havorang ko'k, ba'zan yashil, sariq	Shishasimon, sadarde	Kristall slanetslarda, metamorfik sharoitda bo'ladi.
6	Andaluzit Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] O	Rombik, prizmatik, ustunsimon	Rangsiz, kubrang go'ng'ir-pushti	Shishasimon yalitraydi	Kontakt- metasomatik va kristallik slanetslarda
7	Sfen Ca Ti [SiO <sub>4</sub> ]	Monoklin, yassi panasimon, prizmasimon	Sariq, go'ng'ir, ba'zan qizil, pushti	Olmossimon, yog'langandek tuyuladi	Intruziv jinslarda metamorfik jinslarda ham uchraydi

8	Xrizokolla CuSiO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	Sirti oqiq, tuproqsimon massalar	Havorang yashil yoki ko'k	Shishadek yalitraydi, mumsimon xira	Mis konlarining oksidlanish zonalarida
9	Yevdalit murakkab sirkon bitikmasi	Trigonal yo'g'on ustunsimon, plastinkasimon	Pushti go'ng'ir, sarg'ish-go'ng'ir	Shishadek yalitraydi	Ishqorli intruziv jinslarda va ular pegmatitlarida
10	Gedenbergit murakkab bitikma	Monoklin	To'q yashil, goramtir yashilgacha	Shishadek yalitraydi	Magmatik, kontakt- bilan metasomatik yo'l
11	Yegirin murakkab bitikma	Monoklin, prizmatik, yashirin kristali	Yashil, sarg'ishg'yashil binatsha	Shishadek, sadardek tovlanadi	Pegmatitlar mahsuloti
12	Vollastonit CaSiO <sub>3</sub>	Triklin varagsimon, radial shu'lasimon po'chogsimon to'rdek to'qilib ketgan	Kubrang, oq, goho qizg'ish	Shishadek yuzasi sadardek tovlanadi	Kontakt- metasomatik sharoitda paydo bo'ladi
13	Flogopit	Monoklin, tabletkasimon, prizmatik, varagsimon	Sarg'ish- go'ng'ir kumushdek oq	Shishasimon, sadardek tovlanadi	Kontakt- metasomatik, pegmatit tomirlarida uchraydi
14	Biotit murakkab bitikma	Monoklin, tabletkasimon	Qora, go'ng'ir, ba'zan qizg'ish-	Shishasimon, sadardek	Nordon intruzivlarda,

1	Flyunit CaF <sub>2</sub>	Kub xol-xol donali massa,	Rangsiz, ko'pincha sarig,	4	Shishasimon, sadardek	Gidrotermal jarayonda paydo
<b>Galoid birkimalar</b>						
15	Sinnvaldit (murakkab birkima)	Monoklin, tabletkasimon tangachalardan iborat	Kulrang, qo'ng'ir, to'q yashil	3	Shishasimon, sadardek tovlanadi	Greyzenlarda, pegmatlarda mayjud
16	Vermikulit (murakkab birkima)	Monoklin	Qo'ng'ir, sarg'ish- qo'ng'ir, tilla sariq, yashiroq	1,5	Biotitdek yalitraydi. Yog'langandek tuyuladi	O'tasos jinslarining metasomatik o'zgarishidan yuzaga keladi
17	Montmorillanit (murakkab birkima)	Monoklin juda yumshoq	Kulrang ko'kimtirpushhti yashil	1	Yumshoq qo'lga yog'langandek tuyuladi	Yekzogen sharofida
18	Sandin K AISi <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Monoklin, prizmatik	Rangsiz	1	Shishadek yalitraydi, shaftof	Yugori harorati mineral sifatida effuziv traxitlarda hosil bo'ladi
19	Leyzit [AISi <sub>3</sub> O <sub>6</sub> ]	Kubik kristallari tetragon- trioktayedr tarzida uchraydi	Rangsiz, kulrang	2,2	Shishadek yog'langandek tuyuladi	Yugori harorati magnatik mineral, lavalarda uchraydi

2	Kriolit Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	Monoklin yirik kristallardan iborat yaxlit massalar	Rangsiz, kulrang oq sarg'ish, qizg'ish, ba'zan qora	3	Shishadek	Forga boy erimatlardan paydo bo'ladi, pegmatlarda ham uchraydi
3	Galit NaCl	Kubik, sho'tsuv havzalarda sochiluvchan donali, ba'zan yirik druzalar hosil qiladi	Rangsiz, oq aralashmali xillari turli ranglarga bo'yalgan	2	Shishasimon, yog'langandek yalitraydi	Yekzogen jarayonda gullarda sho'rxox ko'llarda hosil bo'ladi
4	Silvin KCl	Kubik, qavatimon teksturali yaxlit donador massa holida bo'ladi	Toza xili oq, rangsiz, ba'zan och qizil pushhti	2	Shishasimon, yog'langandek yalitraydi	Yekzogen qurtish boshlangan kunlarda hosil bo'ladi
5	Kerargirit AgCl	Kubi ko'pincha qobiq, oqib tomma, shoxsimon, muksimon massa holida	Odarda rangsiz, sarg'ish, zangor- o'tishi bilan qoramtir	2	Olmosdek, ba'zan mumdek yalitraydi	Kumush mineralarning oksidlanish zonalarida uchraydi

Kislородli tuzlar						
1	Xromshpiniid-lar (murakkab birkma)	Kubik oktayedrik mayda kristall, donador yaxlit agregatlar holda bo'ladi	Qora, to'q qizil, jigarrang qizil	7,5	Yarim shartfo, metallidek yalitraydi	O'ta asosli intruzivlarda uyasimon, llnzasimon, intruzivimon holda uchraydi
2	Krokoi	Monoklin ba'zan prizmatik, nayzasimon kristallari bo'ladi	Och qizg'ish, sariq, vaqt o'tishi bilan oqaradi, mo'rt	3	Olmosdek yalitraydi	O'taasos intruziv atrofida polimetall konlarning oksidlanish zonalarda
3	Volframit (Mn, Fe) WO <sub>4</sub>	monoklin	Qoramtir gyubnerit-qizg'ish, binafsha, ferberit	-	Olmosdek yo'nalishlari yog'langandek	Greyzenlarda, kontakt-metasomatik skarlarda
4	Sheyeli	Tetragonal kristallari dipiramidal, yassi	Och sariq, sarg'ish-yashil, qo'ng'ir	4,5	Olmosdek mo'rt mineral, yog'langandek	Kontakt-metasomatik (skarlarda)
5	Vulfenit	Tetragonal, tablekasiimon, ba'zan yassi va cho'ziq piramidal	Sariq, kulrang, qo'ng'ir hatto qizil	3	Olmosdek yog'langandek tuyuladi	Qo'rg'oshin rux konlarning oksidlanish zonalarda

6	Monatsit (Ce, La) PO <sub>4</sub>	Monoklin yassi tablekasiimon, prizmatik, kristallari yonlarida chiziqchalari bor	Sarg'ish-qo'ng'ir, jigarrang, qizil, ba'zi yashil	5,5	Shishadek yog'langandek	Pegmatitlarda yuzaga keladi
7	Ksenotim S PO <sub>4</sub>	Tetragonal prizmatik kristallar yaxlit massasiimon	Sarg'ish-qo'ng'ir, qizil kulrang	5	Shishadek, mumsiimon, yog'langandek	Nordon va ishortli pegmatitlarda
8	Apatit Ca <sub>5</sub> [PO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> F, Cl	Geksagonal to'g'ri tuzilgan prizmasimon	Rangsiz, och yashil, havorang, qo'ng'ir, binafsha	5	Shishadek yog'langandek	Intruziv jinslarda

## MINERALLARNING TOG' JINSLARI VA RUDA KONLARIDAGI ASSOTSIATSIYALARI

Mineralogiya kursining umumiy bo'limida (112-bet) yer qobig'idagi mineral hosil qiluvchi protsesslar qisqacha ko'rib o'tilgan edi. Bu yerda biz, o'shanga mos ravishda, tog' jinslar uchun xos bo'lgan va ular bilan genetik jihatdan bog'liq bo'lgan foydali qazilma konlari minerallarining assotsiatsiyasi haqida quyidagicha sxema bo'yicha ma'lumot beramiz.

### Yendogen protsessida hosil bo'lgan minerallar

1. Har xil tarkibli intruziv jinslarning va magmatik ruda konlarning minerallari.
2. Pegmatitlardagi minerallarning muhim assotsiatsiyalari.
3. Kontak-metasomatik mahsulot minerallarining assotsiatsiyalari.
4. Gidrotermal foydali qazilma konlarining minerallari.
5. Effuziv tog' jinslari va fumarol vulkanlar faoliyati natijasida yuzaga kelgan mahsulot minerallari.

### Yendogen protsessida hosil bo'lgan minerallar

Intruziv jinslarning va magmatik ruda konlarining minerallari. Intruziv magmatik jinslarning va magmatik konlarning birlamchi minerallari yuqori harorat va bosim sharoitlarida kristallanadi.

*Intruziv tog' jinslari*, to'liq kristallangan minerallar agregatlaridan iborat bo'lishi bilan effuziv jinslardan farq qiladi. Jins tashkil qiluvchi minerallar, boshqa hamma tog' jinslari minerallari kabi asosiy, ya'ni jins tarkibida ancha ko'p bo'lgan minerallarga va oz miqdorda ko'pincha, faqat mikroskopda ko'rish mumkin bo'lgan ikkinchi darajali (akessor) minerallarga ajratiladi. Birlamchi minerallardan boshqa ko'pincha, ikkilamchi, ya'ni keyinroq, mineral hosil qiluvchi protsesslarning postmagmatik stansiyasida birlamchi minerallar hisobiga yuzaga kelgan minerallar ham bo'ladi. Petrografiya

kursida batafsil o'qiladigan kimyoviy va mineral tarkibi xilma-xil bo'lgan intruziv jinslarning muhim turlariga (o'ta, asos, o'rtacha nordon va nordon, ishqorlarga boy jinslarni) bu yerda 50-rasmda ko'rsatilgan tartibda kremnezyomi kam bo'lgan jinslardan boshlab ko'rib chiqamiz.

*O'ta asos* jinslar (dunit, peridotit, piroksenit) deyarli faqat temir-magnezial silikatlardan (olivin bilan piroksenlardan) tarkib topgan. Dunit o'zgarmagan holda, bir mineralli olivindan tuzilgan tog' jinsdir, peridotitlarda esa bundan tashqari rombik yoki monoklin piroksen ishtirok etadi. Bu jinslardagi akessor minerallar, odatda, xromshpinelidlardan iborat. Piroksenitlar orasida dialagitlar keng tarqalgan bo'lib, ular tarkibida akessor minerallar sifatida titanomagnetit bilan kamroq yashil shpinel ishtirok etadi. O'ta asos jinslarda ikkilamchi minerallar sifatida hamman osonroq olivin hisobiga hosil bo'luvchi serpentinit (370-rasm), breynerit (temir-magnezial karbonat) ba'zan talk, amfibollar (odatda, piroksenlar hisobiga) va boshqa minerallar yuzaga keladi.

*Asos jinslar* (gabbro oilasi)  $\text{SiO}_2$  va ishqorlarga birmuncha boyroq bo'lib, o'ta asos jinslarga qaraganda, ayniqsa  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  va  $\text{FeO}$  ga nisbatan ancha boshqa kimyoviy tarkibga ega (50-rasmga qarag). Mineralogik jihatdan ular tarkibida temir-magnezial silikatlar – piroksenlar, amfibollar, ba'zan biotit va olivinlar bilan bir qatorda ancha ko'p miqdorda asos plagioklazlar (labrador, bitovnit, anortit) ishtirok etishi bilan harakterlidir. Gabbro tarkibiga ega bo'lgan tipik jinslarda qoramtir rangli minerallarning (temir-magnezial silikatlarning) miqdori tahminan 50%ni tashkil etadi. Akessor minerallardan doimo ancha ko'p miqdorda, titanomagnetit, undan keyin apatit, ilmenitlar, ba'zan Fe, Ni, Cu va boshqa element sulfidlari uchraydi. O'zgargan gabbro tipidagi jinslarda ikkilamchi minerallardan asos plagioklazlar o'rinda, albit bilan sozitet yoki epidot, olivin hisobiga esa serpentinit yuzaga kelgan bo'lib, mayin aralashma sifatida mikroskopda ko'rinadi.

*O'rtacha nordon va nordon intruziv intruziv jinslar* (diorit, granodiorit, granit) kremnezyomga ancha boy bo'lib, kvarsli jinslar (diorit, granodiorit, granit) (faqat u dioritlarda hamisha bo'lavermaydi). Qoramtir rangli minerallarning miqdori birmuncha kamayadi (granitlarda 5% dan ortmaydi), shunga muvofiq FeO bilan MgO miqdori ham tushib ketadi (50–rasmga qarang). Plagioklazlarning tarkibi ham o'zgaradi, ancha nordon bo'lib qoladi (andezin, oligoklaz), shunga mos ravishda  $\text{CaO}$  miqdori kamayib,  $\text{Na}_2\text{O}$  ko'payadi. Magmatik jinslar orasida ko'proq tarqalgani granitlarda o'sha minerallardan tashqari ancha ko'p miqdorda kaliyli dala shpatlari: ortoklaz bilan mikroklin ishtirok etadi, kvars esa 20% va undan ortiq bo'ladi. Qoramtir rangli minerallardan biotit boshqalarga nisbatan ko'proq tarqalgan. Granitlarning aksessor minerallari juda ko'p va xilma-xildir: apatit, sirkon, sfen, magnetit, gematit, ba'zan monatsit, ortit, greyzenlashgan slyuda–kvarsli joylarda esa topaz, flyuorit, litiyli slyudalar, kassiteri t, volframit, arsenopirit, turmalin, aksinit va boshqalar. Greyzenlanish protsessida dala shpatlari parchalanib, ularning o'rnida och rangli slyudalar, topaz, turmalin va boshqa glinozemli minerallar yuzaga keladi.

Ishqorlarga boy intruziv jinslar kremnezyom kam, kvarsiz jins bo'lib, mineralogiyasi jihatdan juda ajoyibdir. Ishqorli juda kam bo'lgan siyenitlar, mineral tarkibiga ko'ra, granitlar oilasiga kiradigan tog' jinslarga juda yaqin turadi (lekin tarkibida kvars bo'lmaydi). Nefelinli siyenitlarda, ortoklaz, mikroklin va albitdan boshqa nefelin, qoramtir rangli minerallardan esa – ishqorli piroksenlar (egirin, egirin–avgit), ishqorli amfibollar (shox aldamchi, arfvedsonit va boshqalar), qoramtir rangli slyudalar (biotit, lepidomelan) ishtirok etadi. Ko'pincha, ba'zan nefelin o'rnida yuzaga keladigan sodalit ham, kamroq nozean, gayuin, kankrinit, analim ham uchraydi. Doimiy aksessor, minerallari qatoriga sirkon bilan apatit, ko'pincha sfen, kamroq flyuoritlar kiradi. Boshqacha petrogen o'lkalarda titan bilan sirkoniyning murakkab silikatlari: evdialit, lamprofillit, astrofillit, lovchorrit va boshqa minerallar uchraydi. Ba'zi bir

jins xillari ishqorli silikatlar bilan bir assotsiatsiyada piroxlor, loparit, titanomagnetit, ilmenit va boshqalar bo'ladi.

*Magmatik yo'l bilan hosil bo'lgan foydali qazilma konlari*, odatda, magmatik ona jins orasida joylashgan va ruda minerallarning uyalar, tomirsimon yoki qatlamsimon jism shaklida yotgan uyumlaridan iboratdir. Ularning tarkibiga, asosan, shu jinslarning o'zida aksessor yoki ikkinchi darajali ajralmalar sifatida ishtirok etuvchi minerallar kiradi.

Magmatik konlarning hosil bo'lish qonuniyatlarini o'rganish va ularni klassifikatsiya qilish sohasida sovet olimlari (akad.A.N.Zavaritskiy va boshqalar) fanga juda katta hosil qo'shdilar. Hozirgi davrda shu protsess ravshan bo'ldiki, konlarning hosil bo'lishida ruda moddalarning magmadan ajralishi va to'planishi, magma kristallanishi turli paytlarda va har xil yo'llar bilan sodir bo'lishi mumkin. Bir xil paytlarda ruda minerallar, ayniqsa, xromshpinelidlar, magmadan eng avval kristallanib, goho xol–xol donalardan iborat ma'lum joylarda o'plangan rudalar, ya'ni shirlar deb aytiladigan jismlar hosil qiladi. Ancha ko'p tarqalgan boshqa hollarda – ruda moddalar qoldiq qotishmada, ya'ni haqiqiy magmatik protsessning so'nggi paytlarida to'planadi va atrofdagi ona jinslarga nisbatan epigenetiklik (ulardan keyin kristallanganlik) belgilarini saqlagan holda ruda jinslar hosil qiladi. Masalan, tipik xromit va titanomagnetit konlarining ko'pchiligi shu yo'l bilan hosil bo'lgan. Nihoyat, shunday konlar ham borki (jumladan, ba'zi bir mis–nikel sulfid ruda konlari), ulardagi ruda massalar bir qator geologik ma'lumotlarga qaraganda, magmadan, hali u suyuq holatda bo'lgan davridayoq ajralishi (likvidatsiya yo'li bilan) va solishtirma og'irligining kattaligiga ko'ra magmatik massivning ostki qismlariga siljib tushishi lozim edi. Lekin, ruda jismlar bilan yon jinslar orasida bo'lgan munosabat, shu rudali qotishmalarning ona jinslar kristallanib bo'lganidan keyin kristallanganligini ko'rsatadi.

Rudagi jinslardagi mineral assotsiatsiyalarini yoshiga nisbatan batafsil tekshirish, magmatik minerallar paydo bo'lish

protssslarining so'nggi paytlarida, aniqroq aytganda kam miqdorda, birmuncha past temperaturali assotsiatsiyalar yuzaga kelishi ruda hosil bo'li protsessining gidrotermal stadiyasi boshlanganligini ko'rsatadi. Rudali jismlar, ko'pincha, ona jinslarga nisbatan ancha keyin yuzaga kelgan mahsulotlardan iborat.

O'ta asos jinslar (dunitlar bilan peridotitlar) orasida ko'pincha xromshpinelidlarning deyarli yahlit massasidan tashkil topgan, uyasimon, linzasimon va ustunsimon ruda jismlardan iborat bo'lgan, xromit konlari topiladi. O'sha jinslar orasidagi miarolit bo'shliqlarda va darzlarda, ba'zan, ancha past haroratli uvarovit, xromdiopsid, xromli xloritlar va boshqa xromli gidrosilikat mahsulotlari uchraydi. O'ta asos jinslarning ba'zi bir o'likalarida xromshpinelid uyumlariga platna (371-rasm) va osniyli iridiy gruppasi minerallari paragenезisi jihatidan juda yaqin turadi (O'rta va Shimoliy Ural). Olmos konlari Janubiy Afrika kimberlitlari bilan bog'liqdir.

Piroksenitlar bilan gabbrolarda titanomagnetitning zich xol-xol donalardan iborat rudalari (kachkanarsk), tomirsimon yaxlit massalar tarzida bo'lgan (Kusinsk Uralda) konlari tarqalgan. Shu rudalarda vanadiyli titanomagnetit bilan bir assotsiatsiyada, odatda, shox aldamchi, qisman parchalanib ketgan dala shpatlari, juda kam miqdorda sulfidlar (pirit ham xalkopirit), ba'zan apatit, ikkilamchi minerallardan esa - xloritlar, epidot, soizit va boshqa minerallar topiladi.

Asosan pirorotin, ba'zan kobaltli pentlandit, xalkopirit va magnetitlardan iborat bo'lgan mis-nikel sulfid ruda konlari bilan ba'zi bir asos jinslar, ko'proq gabbro-noritlar (rombik pirokseni bilan), ba'zan o'ta asos jinslar bilan ham bog'liq ravishda topiladi. Birmuncha keyinroq yuzaga kelgan minerallar sifatida millerit, nikelli va kobaltli pirit va boshqa minerallar uchraydi. Ko'pincha shu konlarda platina gruppasiga kiradigan minerallar, hammadan ko'proq paladiyli platina, sperillit, goho laurit va boshqa minerallar ham ishtirok etadi.

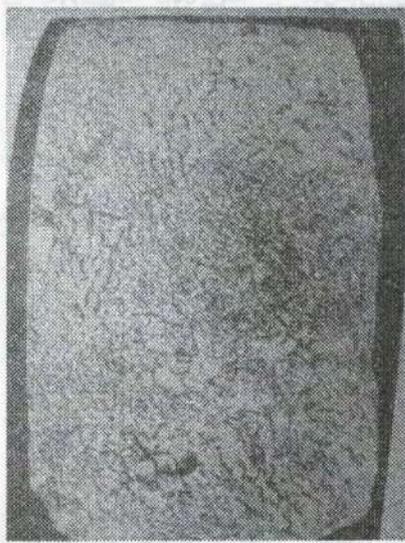
Shunday qilib, o'ta asos va asos intruziv jinslarda temir gruppasiga kiradigan elementlar: Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, shunga yaqin turgan platina gruppasi elementlari bilan birga, shuningdek, Cu ruda uyumlar shaklida bo'lgan ionlar hosil qiladi. Marganets temir bilan kalsiyning izomorf aralashmasi sifatida oksid va silikatlarda tarqoq holda bo'ladi.

Nordon intruzivlar uchun og'ir metallarning biron ahamiyatga ega bo'lgan konlarini misolga keltira olmaymiz  $\text{Na}_2\text{O}$  ga boy nefelinli siyentlarda, shu jinsning o'ziga xos ravishda, yirik apatit konlari borki, bularda yo'ldosh-minerallar bo'lib nefelin, kam miqdorda egirin, ishqorli amfibollar, sifen, titano-magnetit va boshqa minerallar uchraydi. Shu jinslarda loparit konlari ham bo'ladi.

#### **Pegmatitlardagi minerallarning muhim assotsiatsiyalari.**

Chuqurlik sharoitlarida yuzaga kelgan pegmatit mahsulotlarning asosiy massasi granitlar va nefelinli siyentlar bilan bog'liqdir. Ular ko'p hollarda ona jinslarga nisbatan keyinroq yuzaga kelgan va yo'l-yo'l bo'lib tuzilgan, ko'p jinsli birmuncha kichik hajmli jismlardan iborat bo'ladi. Ular ko'pincha tipik tomirlar shaklida yotadi. Ustunsimon mahsulotlar tuzilishiga qarab ikki yoniga nisbatan simmetrik yo'l-yo'l joylashgan jismlarga ajraladi.

Pegmatitlardagi bo'shliqlarda ("zanorishalar" da) ba'zan tutunsimon kvars, topaz, turmalin, berill va boshqa qimmatbaho va yarim qimmatbaho toshlarning to'g'ri tuzilgan kristall druzalari holida topilishi kishilar diqqatini qadimdan o'ziga tortib keladi. Dala shpatlari bilan kvartsning grafik (yozuv) shaklida o'sishi (14-rasm) alohida ahamiyatga ega bo'lib, uning kelib chiqish sabablari hali batafsil aniqlanmagan.



14-rasm. Yozuvli granitdagi kvarsnning (to'q kul rang) dala shpati (oq) bilan qonuniyo' sishish xususiyatlarini ko'rsatuvchi jins bo'lgan. Kichiklashtirilgan, V.D.Nikitin bo'yicha. Jins bo'lganing turli joyi turlicha tuzilganligi bilan xarakterlanadi. Kvars bilan dala shpatining yirikroq donador bo'lib o'sishgan joylari shu joylar orasidagi chegara bo'ylab ko'rinadi

Rasmiy pegmatitlar, asosan, ona jinslardagi o'sha minerallardan tashkil topgan bo'lsa ham, ular benihoya yirik donador agregatlardan iboratdir. Biroq juda ko'p pegmatit mahsulotlarda, odatda, kam miqdorda, tarkibida nodir elementlar (Li, Be, Sr, Rb, Cs, Y siyrak yer elementlari Nb, Ta, Zr, Hf, Th, U, W va boshqalar), yengil (uchuvchan) elementlar (F, B, Cl va boshqalar) ishtirok etuvchi boshqa xilma-xil minerallar ham uchraydi.

Granit pegmatitlarda nodir minerallarning ko'proq albitlashgan, ya'ni yirik donador kaliyli dala shpatlarining albit bilan almashishi, ba'zan, ular butunlay mayda donador albitga aylangan joylar bilan bog'liq ekanligi juda ham xarakterlidir. Shu metasomatik o'zgarishlar mineral hosil qiluvchi protsesslarning ancha keyingi gidrotermal stadiyasiga mansubdir.

Pegmatitlarning kelib chiqishi to'g'risidagi masala garchi akademik A.Y.Fersmanning "Pegmatitlar" degan monografiyasida ularning tarkibiga taaluqli juda ko'p faktlar to'plangan bo'lsa ham, hozirgacha hal qilinmagan. A.Y.Fersmanning

tushuntirish bo'yicha pegmatitlar yengil (uchuvchan) birikmalar bilan boyigan qoldiq silikat qotishmalardan paydo bo'lgan. Mineral hosil qiluvchi protsess juda murakkab bo'lib, 700° dan 100° gacha haroratlar oralig'ida sodir bo'ladi. Ko'p pegmatit jismlar mineral tarkibining xilma-xilliga va ularning murakkab tuzilishi shu bilan bog'liq deb qaraladi. Keyingi paytlarda akademik A.N.Zavaritskiy fizik-kimyoviy tushunchalarga asoslanib, "Fogt-Niggli nazariy sxemasi"ni tanqid qildi va pegmatitlar qandaydir qoldiq qotishmaning kristallanishi yo'l bilan emas, balki ma'lum joylarda to'planib qolgan hamda o'sha jinslar minerallari bilan muvozanatda bo'lgan qoldiq gazli eritma ta'sirida jinslarning qayta kristallanishi yo'li bilan hosil bo'ladi, degan xulosaga keldi.

Granit pegmatitlarning hamma tiplari A.Y.Fersmanning yuqorida eslatib o'tilgan monografiyasida batafsil berilgan. Biroq mineral assotsiatsiyasi miqdorlarining bir-biriga nisbatan birmuncha o'zgarib turishi shu xilma-xil tiplar orasini aniq belgilashga imkon bermaydi. Bu yerda pegmatitning sanoat uchun muhim, mineralogiyasi jihatdan ajoyib bo'lgan tiplarining ko'rib o'tamiz.

1. Topaz-berilli pegmatitlar. Bu pegmatitlarning markaz qismida, devorlari mikroklin bilan tutun rang kvarsning yirik kristallari yonlaridan iborat bo'lgan druza bo'shliqlarida, bir xil paytlarda och rangli topazning, boshqa paytlarda - berillning, to'g'rirog'i akvamarinning (bu ikki mineral birgalikda juda kam topiladi) ajoyib, to'g'ri tuzilgan kristallari uchraydi; albitning plastinkasimon kristall "tarloqlari", lepidolit va turmalinning kristallari, goho kassiterit Nb ham Ta minerallari va boshqa minerallar uchraydi. Tomirning chekka - yon qismlarida, "yozuvli granit" zonasida muskovit, turmalin, ba'zan biotit kristallari uchraydi.

2. Turmalin-muskovitli pegmatitlar (Mamsko-Vitimsk tumani) muhim sanoat ahamiyatiga ega, minerallari oz va miarolit bo'shliqlardan xoli bo'ladi. Ko'pincha, gneyslar bilan slyudali slanetslarda yotgan muskovitli pegmatitlar tarkibida

dala shpatlar (nordon plagioklazlar, mikroclin), kvarts va muskovitning yirik uyumlaridan tashqari, turmalin, apatit, granat, ortit, monatsit, rutil, sulfidlar va boshqa minerallar bo'lishi mumkin. Qora turmalinga boy pegmatitlarda kul rang kvarts massalaridan iborat joylarda rasmiy dala shpatlar, muskovit va ko'pincha xloritlashgan biotitlardan boshqa, ba'zan kam miqdorda berill, apatit ham boshqa birmuncha nodir minerallar ishtirok etadi.

3. Nordon elementli pegmatitlar (Shvetsiyadagi Itterbi) Nb, Ta, Fe, Ti, Zr, Th, U, Y) siyrak yer elementlari, Sn, W va boshqa elementlarning kolumbit, tantalit, ilmenit, rutil, ilmenorutil, sirkon, torit, gadolimit, ferguysonit, samarskit, evksenit, eshinit, kassiterit, uraninit, monatsit, ksenotim, ortit va boshqa minerallar kabi juda ko'p xilma-xil "qora" minerallari bilan xarakterlanadi. Shu pegmatitlarning o'zida apatit, granat, turmalin, berill, xrizoberill, fenakit, gelvin, topaz, flyuorit, karbonatlar, sulfidlar va boshqa minerallar ham uchraydi.

4. Litiy minerali pegmatitlar spodumen, lepidolit, ba'zan litiy fosfatlari (ambligonit, litiyofillit, trifilin) pushti, qizil (rubellit), ko'k yoki yashil turmalin, rangsiz, pushti berill (vorobevit), spessartin, manganetsli yashil apatit, kassiterit, pollutsit, sirkon, monatsit, manganokolumbit, flyuorit kabi minerallar to'plamini o'z ichiga oladi. Shunday qilib, bu tip pegmatitlar uchun Li, Mn, Ca, hamda Cs miqdorining ortiqroq bo'lishi xarakterlidir.

Ko'rsatib o'tilgan shu "sof yo'lli" (toza yo'l) pegmatitlardan boshqa. A.Y.Fersman ularni yana pegmatit eritmalar bilan boshqacha tarkibli yon jinslar orasida reaksiya bergan paytlarda yuzaga kelgan, "Chatishgan" pegmatitlarga ham ajratadi. Shu reaksiyalar ta'siri ostida pegmatitlarning o'zi bilan yon jinslarning kontakt atrofi zonalarida, ham kimyoviy, ham mineral tarkib birmuncha o'zgarib ketadi. Masalan, kremnezyomga boy bo'lgan granit pegmatit eritmalarining kremnezyomi oz bo'lgan o'ta asos jinslarga (serpentinitlarga) ta'sir etishidan kremnezyom bilan kaliy oksidi juda kamayib ketgan pegmatitlar yuzaga keladiki, bu to'g'rida, faqat kvartsning yo'qligi uchungina emas,

balki asos ( $\text{SiO}_2$ , ancha kam,  $\text{CaO}$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ancha ko'p) plagioklazlarning va shular bilan bir paragenezisda ba'zan korundning ham paydo bo'lishiga qarab, shunday fikrga kelish mumkin. Kontakt atrofi zonalaridagi serpentinitlar bo'lsa — biotit, talk, aktinolit va xloritlar bilan, ya'ni serpentina qaraganda  $\text{SiO}_2$  birmuncha ko'p bo'lgan minerallar bilan almashadi.

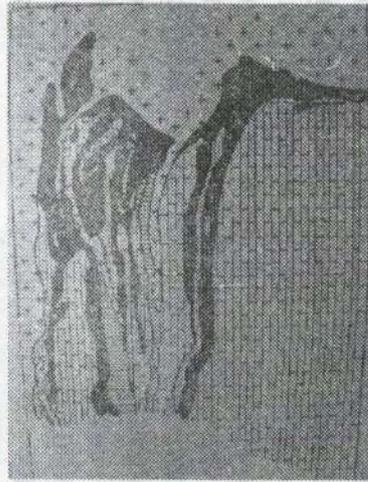
Nefelin-siyenitli pegmatitlar birmuncha kam tarqalgan (Ilmen tog'lari), tarkibida kvartsning bo'lmasligi ham odatda mikroclin bilan nefelindan tashkil topganligi bilan granit pegmatitlardan farq qiladi, ko'pincha ularning tarkibi biotit va lepidolitga boy, oz miqdorda egirin, albit, kankrinit, sirkon, apatit, ba'zan sfen, ilmenit piroxlor gruppasiga kiradigan minerallar, flyuorit, gidrargillit, seolitlar, kalsit ishtirok etadi. Ishqorli jinslarning boshqa o'lkalaridagi pegmatit mahsulotlari orasida rasmiy ishqorli silikatlardan tashqari, xilma-xil murakab tarkibli Zr, Ti, TR, Ca, Na, Nb, Ta, silikatlari (evdialit, lamprofillit, rinkolit), perovskit (loparit) gruppasiga kiradigan minerallar va boshqalar uchraydi.

**Kontakt-metasomatik mahsulotlar minerallari assotsiatsiyasi.** Reaksiyon metasomatoz protsesslari (skarn hosil qiluvchi) intruziv massivlarning, asosan o'rtacha nordon jinslar — kvartsli dioritlar, granodioritlar, monatsitlar bilan atrofdagi karbonat jinslar ohaktoshlar, qisman dolomitlarning kontakt zonalarida juda ham intensiv ravishda namoyon bo'lishiga bog'liqdir. Hozirgi zamonda birmuncha ravshan bo'lishicha (D.S.Korjinskiy tekshirishlari) uncha chuqur bo'lmagan sharoitlarda kontakt zonasidagi jinslarga singib boradigan postmagmatik (pnevmatolit-gidroturma) eritmalarining ta'siri ostida hosil bo'lgan kontakt oreollarida (doirasida) intruziv jinslar bilan ohaktoshlar orasida o'zaro kimyoviy ta'sir yuz beradi. Bunda faqat ohaktoshlarninggina o'zgarishi (ekzokontakt metamorfizm) emas balki qotib bo'lgan intruziv jinslarning ham o'zgarishi (endokontakt metamorfizm) yuz beradi.

Shunday qilib skarn hosil qiluvchi protsess magmatik jinslarning kristallanishi protsessiga qaraganda qiyosan

birmuncha so'nggi protsessdir. Ma'lum bo'lishicha, bunda magmaning ko'tarilishi paytida yon jinslarning assimilyasiya etilish hodisasi skarn hosil qiluvchi mahsulotlar tarkibida ham, shu bilan bog'liq ravishda yuzaga kelgan rudalar tarkibida ham uncha muhim rol o'ynamaydi.

Skarn hosil qiluvchi protsesslarning intensiv taraqqiy etishi uchun, faqat magmadan ajralib chiqqan emanatsiyaning tarkibigina emas, balki ona intruziv jinsning shakli, katta kichikligi, shuningdek yotish chuqurligi bilan sharoitlarigina emas, balki yon jinslarning tarkibi bilan tektonikasi ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Tekshirishlardan ma'lum bo'lishicha, shu protsesslar ko'proq fizik xususiyatlari bilan tarkibi har xil bo'lgan jinslar (granitoidlar va karbonat jinslar) kontakti bo'ylab, shuningdek har xil tarkibli qavat-qavat bo'lib yotgan cho'kindi yon jinslar orasida, o'sha qavatlar orasidagi tekislik yuzlari bo'ylab ham atrofdagi jinslarning tektonik buzilish zonalari (374-rasm) bilan ba'zan o'sha granitoidlarning o'zida ham taraqqiy etadi. Eng qalin skarn jinslar, ko'pincha, tektonik buzilishlar ko'p bo'lgan (kesibi o'tgan) joylar bilan bog'liq ravishda yuzaga keladi. Jumladan, sheyeltga boy kvars tomirlari ko'pincha shunday joylardan topiladi.



374-rasm. Nordon intruziv jinslarning yon jinslar bilan kontaktida skarn mahsulotlarining to'planish sxemasi (N.D. Ushakov, bo'yicha):  
1 - ohaktosh; 2 - gil slanets; 3 - qum-gilli slanets; 4 - rogoviklashgan jinslar; 5 - granodiorit; 6 - o'zgargan granodiorit; 7 - tskarn

Yekontakt metamorfizm boshlang'ich stadiyada ohaktosh hisobiga skarn deb aytiladigan, ya'ni kalsiyga boy Mg, Fe, Al silikatlari: granatlar, asosan andrait, piroksenlar - salit, gedenbergit, shuningdek magnetit bilan gematit (ko'pincha mushketovit shaklida) hosil bo'lishida o'z aksini topadi. Ba'zan vollostonit, datolit, skapolit, sheyelit, gelvin, ilvait va boshqa minerallar yuzaga keladi. Ko'pincha, skarnlar juda murakkab tuzilishga ega bo'lib, ularning qalinligi bir necha o'n metrlargacha etadi. Ayrim joylarda ular butunlay hosil bo'lmaydi va intruziv jinslar ohaktoshlar bilan bevosita tutashgan, ya'ni kontaktida bo'ladi.

Yendokontakt o'zgarishlar temiri yo'q, lekin kalsiyga boy va kremnezymi oz bo'lgan silikatlar: plagioklazlar (hattoki anortitgacha), shox aldamchi hisobiga diopsid grossulyar, vezuvian va boshqa minerallar hosil bo'lishida o'z aksini topadi.

Shu hosil bo'lgan minerallarning kimyoviy tarkibini o'zaro taqqoslab, endokontakt metamorfizm zonasiga asosan Sa kelib qolganini va ohaktoshlarning ekzokontakt metamorfizmida ishtirok etuvchi Si, Al va Fe ning shu zondan qisman chiqib ketganligini ko'rish qiyin emas. Biroq magnetit, gematit tarkibiga kirgan temirning asosiy massasi, andraditli va gedenbergitli skarnlarda, shuningdek magniyning asosiy massasi, shubhasiz qandaydir yengil eruvchan, balki xorli birikma sifatida, eritma bilan keltiriladi. Metamorfizmning intensivligi, tarkibidagi erigan mineralizatorlariga (Cl, F, B va boshqa elementlar) bog'liq bo'lgan eritmaning kimyoviy aktivligiga qarab o'zgarsa kerak.

Kontakt metamorfizmning birmuncha keyingi, endi tipik gidrotermal stadiyaga to'g'ri keladigan stadiyasida skarnlarning epidot, xloritlar hosil qilib parchalanish hollari yuz beradiki, bunda ular bilan birga kvars, kalsit, flyuorit va ko'pincha sulfidlar: pirofrit, xalkopirit, pirit ba'zan kobaltga, molibdenit va boshqa minerallar ham paydo bo'ladi.

Genezisi jihatidan ekzoskarnlar bilan bog'liq bo'lgan magnetitlarda (Magnitnaya, Visokaya tog'lari va boshqalar),

mis, goho qo'rg' oshin-rux va boshqa rudalarning yirik konlari bor. Sulfid konlarining paydo bo'lishi ruda hosil qiluvchi protsessning birmuncha past haroratli stadiyalariga to'g'ri keladi va ko'pincha magnetit uyumlari bilan skarnlar hosil qiluvchi ancha avvalgi professlar ustida qaytarilgan bo'ladi.

Nordon intruziyaning tarkibida kalsiy bo'lmagan yoki oz miqdorda bo'lgan yon jinslarga (gil slanets, mergel, tuf qumtosh va boshqa jinslarga) kontaktda ta'sir etishidan, odatda, mayin donador, zich, qavat-qavat bo'lmagan, rogoviklar<sup>1</sup> deb aytiladigan metamorfik jinslar yuzaga keladi. Shu jinslarda, mikroskopda, asosan o'sha birlamchi jins tarkibiga bog'liq bo'lgan quyidagi minerallarning juda ko'p xilma xil paragenetik assotsiatsiyalarini ko'rish mumkin: plagioklazlar, piroksenlar, granatlar, kordierit, sillimanit, andaluzit, shpinellar, kvars, xloritlar, epidot, topaz, turmalin, skapolit, flyuorit, apatit, ba'zan kassiterit, magnetit, sulfidlar va boshqalar.

Ohaktoshlar bilan dolomitlarda asos intruziv jinslar bilan bog'liq bo'lgan kontakt mahsulotlari kam uchratiladi. Zlatoustovsk tumanidagi Nazyamsk va Shishimsk mineral konlari (Janubiy Ural) shunday tipli mahsulotlarning ajoyib misoli bo'ladi. Bu yerda marmarlar, granat-piroksenli va talk-xloritli jinslar orasidagi gabbro bilan karbonat jinslar kontakt oreolida (doirasida) asosan Sa, Mg, Fe, Al ham Ti silikatlari yuzaga keladi. Etamorfik jinslar orasidagi bo'shliqlarda granat-larning (grossulyardan andraditgacha) ajoyib kristallari, o'tgan asr mineraloglari diqqatini o'ziga jalb etgan diopsid, sfen, aktinolit, vezuvian, gummit, xondrodit, epidot, klinoxlor, ksantofillit (mo'rt slyudalar gruppasidan), perovskit, ilmenit, apatit, xlorshpinellar, magnetit, magnezioferrit, gematit, gidrargillit va boshqa minerallarning kristallari topiladi.

**Gidrotermal foydali qazilma konlarning minerallari.**  
Gidrotermal konlarning ko'pgina massasi genezisi jihatidan

<sup>1</sup> Кон ишлариде, кон атрофидаги кремнийлашган (гидротермал ўзгарган) роговицларга ўхшаб синадиган, zich ён жинсларни ҳам "роговицлар" деб айтилади.

nordon magmatik jins intruzivlari bilan bog'liq bo'lib, o'rtacha va kichik chuqurlik sharoitlarida yuzaga keladi. Bu konlar odatda tarkibi va kelib chiqishi jihatidan juda ham xilma-xil bo'lgan tog' jinslar orasida joylashgan tomirlardan iborat. Ko'proq ohaktoshlar orasida va xol-xol donalar bo'lib, boshqa, ko'pincha gidrotermal o'zgarган jinslar orasida taraqqiy etgan metasomatik jinslar shaklida kam tarqalgan.

Yeng yuqori haroratlik mahsulotlar uchun minerallarning eritmadan cho'kishi 400° atrofida bo'lgan haroratlarda boshlanishi, u ham bo'lsa faqat o'sha o'z "tomiri" (ildizi) bilan ona intruziv jinslarga bevosita bog'langan konlar uchun mumkin deb hisoblaydilar. Gidrotermal konlarning ko'pchiligi esa birmuncha past haroratlik sharoitlarda yuzaga kelganki, mineralardagi gaz-suyuqlik (190 rasm) qo'shimchalarning qazdirganda gamogenezatsiyalanishini o'rganishdan olingan hali to'liq bo'lmagan ma'lumotlar shundan dalolat beradi<sup>1</sup>

Juda ko'p gidrotermal tomir konlari uchun minerallanishning ko'p stadiyaliligi, ya'ni rudali eritmaning darzlarning qayta-qayta ochilishi bilan bog'liq ravishda, bir necha marta takrorlanib singishi xarakterlidir. Minerallanishdagi yangi stadiyaning takrorlanishi yoki oldin-keyin paydo bo'lib, ba'zan esa oldin yotqizilgan jinsda kesishuvchi tomirchalar yuzaga kelishidan yoki avval paydo bo'lib mineral mahsulot parchalarini so'ngilari bilan sementlanib, brekchiyalar hosil qilishidan, yoki nihoyat oldin-keyin paydo bo'lib tomirchalarning o'zaro kesishidan ko'rinadi. Bunda, ko'pincha, mineral tarkibi ham o'zgaradiki, bu ketma-ket kelayotgan shu eritmalar tarkibining ham o'zgarishidan dalolat beradi. Akademik S.S.Smironovning ta'kidlashicha, bunday xol, o'sha bitta darz doirasida yoki

<sup>1</sup> Ilgari ba'zi bir minerallarga "geologic termometer" deb qarab juda ko'p axamiyat berilar edi. Juda ko'p xilma-xil ruda tiplaridagi minerallarning paragenetik munosabatlarini tekshirish gidrotermal konlardagi minerallarning ko'pchiligini juda kata (xattoki juda past) haroratlar oralig'ida eritmadan cho'kishi mumkinligiga ishonitiradi. Postmagmatuk mahsulotlardagi har bir mineralning o'zi uchun xos qandaydir muayyan hosil bo'lish xarorati bor degan qadimgi tushuncha noto'g'ridir.

darzlar hosil bo'lishining shu kon chegarasida yana takrorlanishi bilan bog'liq ravishda yangidan hosil bo'lgan darzlarda gidrotermal eritmalar faoliyatining vaqt-vaqti bilan qaytarilib turishi bilan bog'liqdir.

Gidrotermal konlarda rangli metallar – Su, Pb, Zn, (Cd), (In), (Ge); nodir metallar – W, Sn, Mo, Bi, As, Sb, Hg, Te; asl metallar – Au bilan Ag; radioaktiv metallar – U, qisman siyrak-er elementlari va ba'zan qora metallar – Fe, Mn kabi sanoat uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan elementlarning minerallari keng tarqalgan (53–rasimga qarang). Ba'zi bir gidrotermal konlar ruda bo'lmagan mineral mahsulotlar talk, asbest, flyuorit, barit, magnezit, island shpati, alunit va boshqa mineral uyumlari bilan bog'liq ravishda yuzaga keladi.

Metallogen elementlarning asosiy massasi gidrotermal konlarda sulfidlar, arsenidlar, kamroq darajada sof tug'ma metallar (Au, Ag, Cu, Bi, As, Sb, Te); qisman kistorodli birikmalar (Sn, W, Fe, Mn va boshqalar) holida topiladi. Shularning hammasi Mendelejev jadvalining (uzun davrlar bo'yicha tuzilgan) o'ng qismida joylashgan, ionlari 18–elektronli obolochka hosil qiluvchi elementlar bilan ularga chap tomondan yondoshgan, ionlari nosimmetrik bo'lib tuzilgan elementlardir. Gidrotermal mahsulotlar orasida tipik petrogen elementlardan Si, asosan, kvars va qisman silikatlar shaklida (turmalin, xlorit, talk va boshqalar), shuningdek, Sa bilan Mg, odatda, karbonatlar, kam darajada silikatlar (Mg), flyuorit (Sa) shaklida juda muhim ahamiyat kashf etadi. Alyuminiy, odatda, gidrotermal eritmalaridan cho'kkan minerallar uchun element emas; Al minerallari (xloritlar, slyudalar, alunit va boshqalar ko'rinishida) asosan glineozyomli yon jinslarning o'zgarishidan yuzaga keladi. Ishqorlar ham yangidan yuzaga kelgan mineral sifatida faqat gidrotermal o'zgargan yon jinslarda (slyudalar, seritsit), shuningdek, ruda hosil qiluvchi minerallarning ichidagi gazsyuq aralashmalardagina (190–rasimga qarang) aniqlanadi. Ba'zi bir konlarda bariyning sulfat (barit), ba'zan karbonat (viterit) topilishi juda ham xarakterlidir.

Gidrotermal tomirlarning asosiy massasi deyarli faqat yaxlit kvarsdan tuzilgan bo'lib, yer yuzida, o'sha tub joy konning ustida yoki tog' yon bag'ri bo'ylab birmuncha pastga surilgan harsang tosh qiyofasida uchraydi. Shu bilan birga, sulfidli kvars massalarida, o'sha sulfidlar yuvilib ketgandan keyin, sulfidlarning oksidlanish mahsuloti (limonit, mis ko'ki hamda yashili va boshqalar) bilan tuzilgan bo'shliqlar va darzlar bo'ladi.

Gidrotermal ruda konlari, avvalo, o'sha kon hosil qiluvchi eritmalarining tarkibi (bu eritmalar o'zaro ta'sir ko'rsatadigan yon jinslar bilan bog'liq ravishda bo'lsa kerak) ko'p xilma-xil mineral assotsiatsiyalari bilan xarakterlanadi, bu xilma-xillikni o'sha yon jinslarning o'zgarishiga qarab aniqlash mumkin.

Minerallarning rudalardagi paragenезisi bo'yicha navbatiga shubhasiz, eritmalaridagi oltingugurt bilan kistorod rejimi ham o'z ta'sirini ko'rsatadiki, bu ko'p jihatdan yuzaga kelgan konning chuqurligi bilan bog'liq bo'ladi.

Ko'p paytlarda mineral assotsiatsiyalari tarkibining magmatik ona jins intruzivlariga yaqinlashgan sari o'zgarib borishi yaqqol ko'rinib turadi. Nihoyat, rudalardagi minerallar paragenetik assotsiatsiyasining xilma-xilligi, ko'pincha, boshqa-boshqa tarkibli eritmalarining takroriy yotishi bilan yoki ruda hosil qiluvchi protsessning fizik-kimyoviy sharoitlarga muvofiq ravishda ruda mineral tarkibining fatisial sekin-asta o'zgarishi bilan bog'liq bo'ladi.

Gidrotermal konlardagi xilma-xil mineral assotsiatsiyalarining hammasini emas (ular ruda konlari kursida batafsil o'zgariladi) balki faqat, ba'zi bir xarakterli misollarini ko'rib chiqish bilan cheklanamiz.

1. Kvars-volframitli, kvars-kassiteritli va kvars-molibdenitli tomirlar, odatda, nordon magmatik ona jins intruzivlarining bevosita yaqinida va hattoki shu ona jinslarning ichida topiladi.

<sup>1</sup> Kistorodning yer qobig'idagi parsial bosimi (yoki konsentratsiyasi) yer yuziga yaqinlashgan sari sekin-asta ortib boradi.

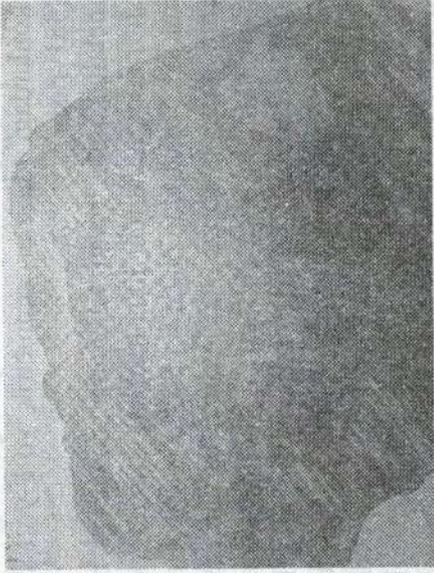
Tomirlar, asosan, kvars massasidan tashkil topgan bo'lib, bir xil paytlarda, ko'proq shu tomirning devoriga yaqin joylarda, ba'zan yirik xol-xol donalar ko'rinishida bo'lgan volframit kristallari, boshqa paytlarda kassiterit, yana boshqa hollarda esa molibdenit kvars massasi orasidagi mayda tangachalar yoki tomir chekkalaridagi yirik tangachalardan iborat hoshiya shaklida ishtirok etadi. Shu minerallarning hammasi bitta tomirning o'zida ham topiladi. Aralashma-minerallar tarzida, ba'zi joylarda sheyelit, arsenopirit, sof tug'ma vismut, pirrotin, pirit, sfalerit, xalkopirit; boshqa tomirlarda - dala shpatlari, slyudalar, ba'zan flyuorit, topaz, berill, turmalin va boshqa minerallar bo'ladi. Ko'pincha tomir atrofidagi yon jinslarning o'zgarishi ham sodir bo'ladi, bu yoki granitning kvars, muskovit, lityyli slyudalar, flyuorit, kamroq topaz, turmalin va boshqa minerallarning yangidan paydo bo'lib greyzenlanishidan, yoki shu tomirlar joylashgan cho'kindi yoki metamorfik jinslar hisobiga slyudali yoki kvars-slyudali hoshiyalarning yuzaga kelishidan ko'rinib turadi.

2. Oltinli kvars tomirlarda, odatda, boshqa biron minerallarning aralashmasi ishtirok etmaydi. Biroq, sof tug'ma oltin bilan bir paragenezisda, ko'pincha, juda kam, ba'zan esa ancha ko'p miqdorda (Beryozovsk, Darasun konlari) eng oddiy sulfidlar pirit, galenit (15-rasm, sfalerit, xalkopirit, arsenopirit, aynama rudalar, ruda bo'lmagan minerallardan, kvarsdan boshqa ba'zan ancha ko'p miqdorda kalsit, dolomit, barit topiladi. Bu tomirlarda oltin nihoyat darajada notekis tarqalgan bo'ladi.

Tarkibida oltin bor kvars - turmalin va kvars-sheyelitli tomirlar ham ma'lum. Yer yuziga yaqin sharoitlarda yuzaga kelgan konlarda kumush va oltin telluridli tomirlarning kam uchraydigan tiplari topiladi.

3. gidrotermal mahsulotlar orasida sulfid ruda konlarida juda ko'p tarqalgandir. Ular o'z tarkibiga ko'ra juda ham xilma-xil bo'lib, tarkibidagi u yoki bu elementning sanoatbop miqdoriga qarab, mis, qo'rg'oshin-rux, polimetall, margimush, surma va boshqa ruda konlariga ajratiladi. Ruda bo'lmagan minerallar

kvars bilan karbonatlardan, kamroq barit, xlorit va boshqa minerallardan iborat:



15-rasm. Uraldagi Beryozovsk koni oltinli kvars tomirlarining druzali bo'shliqlaridan topilgan piritning yirik kristallari bilan galenit kristallari (o'ngda) P.I.Kutyuxin bo'yicha

a). Tomir tipidagi mis konlari (Zangezursk), ko'pincha pirit, xalkopirit, aynama rudalar, ba'zan bornit, endogen, xalkozin va enargitlardan tashkil topgan bo'lib, kamdan-kam molibdenit, vismut va boshqa minerallar bilan birga uchraydi. Bundan tashqari, mis intruziv va porfir qiyofasidagi granitoid jinslarning gidrotermal o'zgargan apikal (chekka) qismlari bilan bog'liq ravishda xol-xol ruda tipidagi katta-katta mis konlari ham ma'lumdir;

b). Tomir (Sadovsk) yoki ohak toshlardagi metasomatik uyumlar (Kopsoy) holidagi qo'rg'oshin-rux konlari, asosan, tarkibida ko'proq kumush, ba'zan vismutlar ishtirok etuvchi sfalerit bilan galenitdan iborat. Shu rudalarda yo'ldosh sifatida pirit, stannin, prusit, pirargiri, stefanit va boshqa minerallar ham bo'ladi.

Galenit-sfaleritli (boshqa ko'p sulfidli) tomirlarning tuzilishi nihoyat darajada xilma-xildir. Ularning ruda minerallari xol-xol donalar holida topiladi yoki noto'g'ri shaklli yaxlit bo'laklar

hosil qiladi, yoki yo'l-yo'l bo'lib joylashadi yoki brekchiyalardagi jins parchalari orasini to'ldiradi (380-rasm) va hokazo. Yer yuziga yaqin sharoitlarda yuzaga kelgan ba'zi bir gidroterma konlardagi tomirlar simmetrik yo'l-yo'l tuzilishga ega bo'ladi (381-rasm);

v). Polimetall konlar, ya'ni tarkibida sanoatboop bir necha elementlar ishtirok etgan konlar juda ham xilma-xil tarkibga ega bo'lishi mumkin. Tarkibida Zn, Pb, Su, Ag va Au bo'lgan sfalerit, galenit, pirit, xalkopirit, tetrayedrit, ba'zan arsenopirit, sof tug'ma oltin, kamdan-kam Pb ham Ag telluridlaridan iborat. Oltin polimetall rudalari buning misoli bo'ladi. Rudamas minerallar - kvars, barit, ankerit, seritsit shu rudalarda, odatda, uncha ko'p bo'lmaydi. Yon jinslarning o'zgarishi, boshqa ko'p sulfid konlarda bo'lgani kabi, ularning kremniylanishi, seritsitlanishi yoki xloritlanishidan iborat bo'lib ko'rinadi;

g). Margimush konlari arsenopirit rudalaridan yoki realgar auripigment rudalaridan iborat bo'lib, arsenopirit rudalarida ba'zan oltin, ba'zan vismut (odatda vismutin shaklida), realgar-auripigment rudalarida esa kvars va kalsit bilan markazitning yuzuga kelish sharoitlari bir-biridan ancha farq qiladi. Realgarauripigment rudalari past bosim va harratlarda yuzuga kelishi bilan arsenopirit rudalaridan ajralib turadi;

d). Surma konlari tipik kvars-antimonitkonlaridan iborat bo'lib, bu tomirlarda juda oz miqdorda pirit bilan boshqa sulfidlar, goho oltin topiladi;

e). Simob konlarida uchraydigan kinovar birdan-bir simobli mineral bo'lib, u ko'pincha antimonit, ba'zan markazit, pirit, arsenopiritlar bilan assotsiatsiyada topiladi, rudamas minerallardan esa kvars, xalsedon, kalsit, flyuorit, barit va boshqalar rasmiy minerallardir (Xaydarkon). Bu tipik past haroratli gidrotermal konlarga xosdir.

4. Shuningdek, kam uchraydigan, tarkibiga ko'ra boshqa konlardan ajralib turadigan sof tug'ma vismut va kumushli nikel, kobalt arsenid ruda konlari (Saksoniyadagi Shneyeberg koni) haqida ham eslatib o'tamiz. Nikel bilan kobalt arsenidlaridan shu

konlarda nikelin, xloanit-shmaltin, rammelsbergit-safflorit, skutteruditlar sof tug'ma margimush, shuningdek, sof tug'ma vismut va sof tug'ma kumush bilan bir assotsiatsiyada keng tarqalgan.

Ba'zan bir konlarda shular bilan bir qatorda uran smolkasi, kamroq sulfidlar (pirit, markazit, metakolloid sfalerit, galenit, aynama rudalar, gersdorffit, millerit, argentit, prustit, pirargirit, diskrazit va boshqalar) uchraydi. Bunda uchraydigan rudamas minerallar, odatda, kvars bilan ankerit yoki dolomitdan iborat.

5. Flyuorit konlari ham tipik gidrotermal mahsulotdir. Flyuorit boshqa minerallar bilan birga pnevmatolit-gidrotermal konlarning juda ko'p tiplarida, greyzenlardan va ba'zi bir qalayi ruda konlaridan boshlab, nihoyat past haroratli kinovar konlarida ham topiladi. Biroq flyuorit, ko'pincha, ayniqsa past bosim va past haroratli sharoitlarda juda katta uyumlar hosil qiladiki, ularning o'zi ham sanoat ahamiyatiga egadir. Ularning hosil bo'lish yo'llariga qarab tomir va metasomatik-ohaktoshlardagi uyumlarga ajratiladi. Flyuorit bilan bir assotsiatsiyada oz miqdorda pirit, markazit, xalkopirit, galenit, kvars, kalsit, ba'zan gematit, barit, xalsedon, adulyar va boshqa minerallar topiladi. Flyuoritning yaxlit massalari ba'zan radial-nur kabi tuzilgan har xil rangli yo'l-yo'l konsentrik zonal (yo'l-yo'l) agregatlar va alohida-alohida kristallar (gunafsha rangli, yashil, pushti, sutdek oq) hosil qiladi. Mutlaqo rangsiz shaqqoq kristallar holida ham topiladi.

6. Gidrotermal barit konlari, odatda yer yuziga yaqin bo'lgan past haroratli sharoitlarda yuzuga keladi. Baritning ko'pligi aniq ko'rinib turadigan bir xil paytlarda, u bilan bir qatorda oz miqdorda sulfidlar (ko'pincha pirit, xalkopirit, galenit, sfalerit), siderit, kvars, seolitlar, boshqa paytlarda esa temir oksidlar (gematit) topiladi. Minerallarning birinchi paragenezisi paydo bo'lish sharoitining nisbatan qaytaruvchan ekanligini, ikkinchisi esa - oksidlaniruvchan ekanligini ko'rsatadi. Gruzianing juda ko'p tumanlaridagi barit konlari tomir mahsulotlarning tipik misoli bo'lib, bunda ko'pincha tomirlarning simmetrik yo'l-yo'l

tuzilganligi ko'riladiki, bu darz bo'shlig'ini, devorlaridan boshlab vaqt-vaqti bilan to'lganligini ko'rsatadi.

**Yeffuziv tog' jinslar bilan vulkan ekskalyasiyasi (chiqishi) mahsulotlarining minerallari.** Effuziv jinslardan asos (bazaltlar yoki diabazlar, andezitlar yoki porfirtilar), nordon (liparitlar, yoki kvarsli porfirtilar), kamrof ishqor (leysitofirtilar) magma namunasida ham ozmi-ko'pmi vulkan shishasining yoki uning parchalangan mahsulotining bo'lishi xarakterlidir.

*Yeffuziv jinslarning* mineral tarkibini faqat mikroskopdagina aniq va ishonchli ravishda bilish mumkin. Faqat porfir strukturali jinslarda: qora rangli olivinli bazaltida yashil olivin kristallarini, qoramtir rangli porfirtilar bilan och rangli nordon kvarsli yo'q porfirtilarda dala shpatlari kristallarini, shox aldamchili porfirtilarda shox aldamchining, och rangli kvarsli porfirtilarda kvarsning, leysitofirtilarda leysitning kristallarini ko'z bilan ajratish mumkin.

Bodomtosh jinslarda, ya'ni dumaloq bo'shliqlari mineral moddalar bilan to'lgan g'ovak lavalarda, ko'pincha, gidrotermal yo'l bilan yuzaga kelgan minerallarning, asosan xalsedon kvarsning, boshqa hollarda kalsitning, seolitlarning, ba'zan tridimit va boshqa minerallarning keyinchalik yotqizilganligi ko'rinadi. Yirik bo'shliqlarda - jeodalarda (42-rasmga qarang) xalsedon-kvars massalarining (agatlar), ko'pincha, konsentrik qavat-qavat bo'lib tuzilganligi aniqlanadi. Bo'shliqlar bilan jeodalar kremnezyomi birmuncha kam bo'lgan effuziv jinslarda; bazaltlarda, melafirlarda, piroksenli porfirtilarda ko'proq uchratiladi.

Vulkan ekskalyasiyasi mahsuloti sifatida krater devorlari bo'shliqlari bilan darzlarida tarkibiga ko'ra xilma xil bo'lgan minerallar: nashatir (navshadil), galit, silvin, kamdan-kam Fe, Su, Mn, Al, Mg va boshqa elementlar xlordilari, undan keyin sassolin, karbonatlar, sof tug'ma oltingugurt, markazit, kovellin, realgar, auripigment va boshqalar, ba'zi joylarda yuqori haroratli: gematit, magnezioferrit, shpinel, tridimit, kvars, ba'zan

leysit, piroksenlar,, dala shpatlari (sanidin, anortit), topaz va boshqa minerallar topiladi.

Sulfatlar faoliyati tiklangan joylarda ajralib chiqayotgan va effuziv jinslarning darzlari bo'ylab singib borayotgan vodorod sulfid va uning oksidlanish mahsulotlari (sulfat va sulfid kislotalari) ta'sirida yon jinslar kuchli o'zgarib, ular bo'zaradi va ba'zi moddalar yuviladi, shuningdek, yangi mahsulotlar yotqiziladi. Bunda jinslar ancha oson eruvchan komponentlarining yuvilib ketishi hisobiga  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{SO}_3$  bilan boyib qoladi. Jinslar, ko'pincha, temir sulfidining xol-xol donalari va sulfatlar hosil bo'lishi bilan birga, kaolinlanish protsessiga duch keladi, bunda sulfatlardan gips, alunit, kaliy bilan ammoniy achchiq toshlari boshqalarga qaraganda birmuncha keng tarqalgan bo'ladi. Shuningdek, ammoniy bilan kaliyning siliisiy-ftoridi va boshqa kam uchraydigan uncha barqaror bo'lmagan minerallar ham topiladi.

Genezisi jihatidan effuziv vulkan faoliyati bilan bog'liq bo'lgan foydali qazilmalar konlari chuqurlik intruzivlari bilan bog'liq bo'lgan konlarga qaraganda ancha kam topiladi va unchalik xilma-xil emas. Uchlamchi yoki to'rtlamchi davr gipabisal (ko'p chuqurlikda bo'lmagan) nordon effuziv jins massivlarida, shu jinslarning maydalanib ketgan kaolinlashgan zonalarning orasi yaxlit pirit-markazit rudalaridan iborat (bo'shliqlardagi ruda massasining sirti buyraksimon) tipik tomirlarning topilgan hollari ham ma'lum.

Ularda keng tarqalgan sulfidlarga (asosan piritga, kamroq xalkopirit, sfalerit va boshqa minerallarga) boy, lekin rudamas minerallar oz bo'lgan kolchedan uyumlari, topilish joyiga ko'ra, ba'zan joylari kuchli metamorfiklashgan qadimiy silur-devon davri effuziv vulkanogen jinslar qatlamlari bilan bog'liq. Genezisi jihatidan uar subvulkanik intruzivlar bilan bog'liq bo'lsa kerak. Metamorfiklashmagan kolchedan uyumlarida kollomorf tuzilgan (382-rasm) mahsulotlarining bo'lishi juda ham xarakterli bo'lib, bunda yuqorida ko'rsatilgan minerallardan

tashqari, baʼzan markazit bilan vyurtsit ham ishtirok etadiki, bu eritmalarning nordon xarakterda ekanligini koʻrsatadi.

Hozirgi paytda vulkan faoliyati davom etayotgan tumanlarda sof-tugʻma oltingugurt koʻp miqdorda hosil boʻlish hollari juda ham ajoyibdir. Masalan, Iosan vulkani kraterida harakat qila boshlagan Yaponiyadagi geyzer, oʻzining uzoq vaqt davom etgan solfatlar faoliyatidan soʻng vaqt-vaqti bilan oʻta qizigan bugʻ hamda erib turgan toza oltingugurt chiqara boshladi. Oltingugurt vulkan krateridan toshib, soyga quyilib, oqib turgan holida qotib qolgan. Avvalgi solfatlar harakati protsessida sof tugʻma oltingugurt vodorod sulfid toʻla oksidlanmaydigan sharoitda birmuncha chuqurlikda toʻplashib borgan boʻlsa kerak.

Nihoyat, vulkan faoliyati soʻngan tumanlarda harakat qilayotgan juda koʻp sovuq va issiq mineral suv buloqlari mavjudligini ham eslatib oʻtish kerak.

Nurash poʻstining mineralari. Togʻ jinslarining nurash poʻsti bilan ruda konlarning oksidlanish zonasi mineralogiyasini oʻrganishga sovet olimlari (akad. V.I. Vernadskiy, akad. S.S. Smirnov, I.I. Ginzburg, F.V. Chuxrov va boshqalar) juda katta hissa qoʻshdilar.

Ularning xizmatlari tufayli nurash poʻstida sodir boʻladigan protsesslar haqida hozirgi zamon tushunchamiz birmuncha kengaydi. Ekzogen protsesslarning, ayniqsa, nurash protsessining mahsulotlari havodagi  $O_2$ ,  $SO_3$  va  $N_2O$  bilan murakkab reaksiyalar natijasida, shuningdek juda koʻp mineralarning parchalanishida muhim rol oʻynaydigan organizmlarning hayotiy faoliyati protsessida yuzaga kelgan juda koʻp xilma-xil mayin dispers mineral mahsulotlar boʻlishi bilan xarakterlanadi. Eng oson parchalanadigan mineralar, tarkibida valentligi kichik darajada boʻlgan elementlar (sideritdagi Fe, sulfidlardagi  $S^{2-}$  kabilar), yoki  $SO_2$  bilan oson eruvchan bikarbonatlar hosil qilish qobiliyatiga ega boʻlgan elementlar (dala shpatlardagi Na, K, olivindagi va serpentindagi Mg kabilar) ishtirok etgan birlamchi mineralardir. Kolloid choʻkindi mahsulotlarning hosil boʻlishida eruvchan tuzlarning,

oksidlanish protsessida, yuzaga keladigan kuchli qutblanuvchi, ion radiuslari kichik ( $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Si^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$  va boshqalar) kationlar gidrooksidlarini hosil qilib gidrolizlanishi muhim rol oʻynaydi.

Shunday qilib, nurash poʻstida toʻplanadigan mineral mahsulotlarning tarkibi koʻp jihatdan birlamchi jins va rudalar tarkibiga bogʻliq. Bunda kimyoviy barqaror, yer yuzi agentlari taʼsirida parchalanishga-nurashga berilmaydigan mineralar nurash mahsulotlari orasida mexanik yoʻl bilan toʻplana boradi va ularning yuvilib ketishi bilan sochilmalarga oʻtadi (56-rasmga qarang). Bularga quyidagi mineralar: kvars, magnetit, gematit, korund, shpinel, xrom-shpinelidlar, ilmenit, rutil, kassiterit, apatit, monatsit, sheyelit, sirkon, topaz, turmalin, disten, andaluzit, kinovar, sof tugʻma oltin, osmiyli, iridiyli, platina, olmos kabi mineralar kiradi.

Minerallarning eng kuchli kimyoviy parchalanish protsessi sulfid konlarning oksidlanish zonasida koʻriladi. Shu zonadagi kimyoviy reaksiyalarning eng xarakterli xossasi, hamma sulfidlarning ham oksidlanish davrida sulfatlanish (stadiyasini oʻtishlaridir, yaʼni ular avvalo sulfat kislotatuzlariga aylanadi.  $FeS \rightarrow FeSO_4$ ,  $PbS \rightarrow PbSO_4$  va hokazo). Bu hol, metallarning oksidlanish zonasidagi migratsiyasi (siljishi) hodisasini tushunishda juda muhim ahamiyatga ega, chunki har xil metall sulfatlarning eruvchanligi ham har xildir. Sulfid konlarning oksidlanishidan yuzaga keladigan mineral assotsiatsiyalarini birlamchi ruda tiplari bilan mos ravishda qarab chiqish yaxshiroq boʻladi.

Pirit, xalkopirit va boshqa missulfidlariga boy boʻlgan mis sulfid konlarining oksidlanish zonasida (temir shlyapasida) juda koʻp temir gidrooksidlari – limonit, gyoitit hosil boʻladi, chunki sulfidlardagi temir hisobiga yuzaga kelgan sulfat  $FeSO_4$  kislorod yetarli boʻlgan sharoitlarda osonlikcha  $Fe^{3+}$  sulfati –  $Fe_2[SO_4]_3$  hosil qiladi, bu juda tez gidrolizlanib, temirning erimaydigan gidrooksidlariga aylanadi. Mis oson eruvchan sulfat sifatida yer osti suvlari tomon singib tushayotgan suv bilan birga siljib

tushadi. Demak, oksidlanish zonasida mis juda kamayib ketadi. Aksincha, ikkilamchi sulfidli boyish zonasida (55-rasmga qarang), misga boy ikkilamchi minerallarning – kovelin, xalkozin, ba'zan bormitning paydo bo'lishi hisobiga rudalardagi mis miqdori birmuncha ko'payadi. Bu minerallar birlamchi sulfidlar o'rnida, shular bilan misli eritmalar orasida borgan reaksiyalar natijasida yuzaga keladi. Shunday qilib, temirli shlyapada mis kislorodli birikmalarining – malaxit, azurit, xrizokolla kabi minerallarning, loqaq, belgilari bo'lgan taqdirda ham, yer osti suvi sathidan pastda mis bilan boyigan ikkilamchi sulfidlar zonasi bor, deb ishonish mumkin.

Issiq, quruq iqlimli, yog'ingarchilik kam bo'ladigan tumanlarda sulfid konlarning oksidlanish zonasida rudalarning yarim oksidlangan joylari ham bo'ladi. Tarkibida mis sulfidlari bo'lgan ana shunday rudalarni mikroskopda tekshirganda gidrooksidlar yoki kislorodli tuzlar, ko'pincha, ikkilamchi sulfidlar bilan, asosan, kovellin va xalkozin bilan birga ko'rinadi.

Oltinugurti oz bo'lgan xalkozin rudasi oksidlangan paytda kuprit va sof tug'ma mis hosil bo'ladi. Misning fosfat va arsenatlari – libetenit, olivenit va boshqalar kamroq uchraydi, ba'zan silikatlar – ashirit (diopfaz), xrizokolla topiladi. Misning suvli va asos sulfatlari – xarkantit, broshantit va boshqalar, shuningdek, suvli va asos temir sulfatlari – melanterit, yarozit va boshqalar, odatda, quruq, issiq iqlimli mamlakatlarda uchraydi.

Sfalerit va galenitga boy qo'rg'oshinlar-rux konlarida, har yerda uchraydigan pirit hisobiga paydo bo'lgan temir gidrooksidlaridan boshqa, qo'rg'oshinning ikkilamchi minerallari ham ancha ko'p miqdorda bo'ladi. Boshlanish paytda galenit hisobiga vujudga kelgan anglezit  $PbSO_4$ , qiyin eruvchan modda sifatida qolgan sof galenitni yupqa po'st bo'lib o'rab oladi va uni keyingi parchalanishlardan saqlaydi. Faqat uning ustki qismi suvda qiyin eriydigan serussitga aylanadi (384-rasm). Ba'zan oz miqdorda qo'rg'oshinning boshqa kislorodli tuzlari: vulfenit – molibdatlari, piromorfit – fosfatlari, mimetezit – arsenatlari, vanadinit – vanadatlar, kamdan-kam krokoit –

xromatlari va boshqalar ham topiladi. Agar ikki valentli  $Pb^{2+}$  kationining ancha yirik ekanligini e'tiborga olsak, uning oksidlanish zonasida  $SO_4$ ,  $PO_4$ ,  $AsO_4$ ,  $VO_4$ ,  $MoO_4$  va  $CrO_4$  kabi yirik kompleks anionlar bilan kimyoviy barqaror birikmalar berishi ajablanarli hol emas.

Oksidlanish zonasida rux butunlay boshqacha yo'l tutadi. Sfalerit osonlikcha parchalanadi va rux suvda oson eruvchan sulfat sifatida oksidlanish zonasidan deyarli butunlay oqib chiqib ketadi. Agar shu zonaning ostki gorizontlarida ruxning sulfat eritmasi oqak toshlarga (yon jinslardagi) duch kelib qolsa, u holda almashinuvchi reaksiyalar natijasida smitsonit rudalari paydo bo'ladi. Agar yon jinslar slanetslar yoki boshqa kimyoviy inert jinslardan tashkil topgan bo'lsa, u holda rux sulfati yer osti suvi sathigacha etib boradi va kon atrofidan butunlay oqib chiqib ketadi (ruxning ikkilamchi sulfidli boyish zonasi bo'lmaydi). Ba'zan oksidlanish zonasida Zn silikatlar – kalamit, villemit, kamdan-kam fosfat, arsenat va boshqa birikmalar topiladi.

Shunday qilib, endogen konlarda sulfidlar shaklida bir-biri bilan juda yaqindan bog'liq bo'lgan qo'rg'oshin bilan rux oksidlanish zonasida ajralib ketadi. Konlarni qidirishda, shu holni doimo e'tiborda tutish zarur (oksidlangan qo'rg'oshin rudalari namumalarida ruxning yo'qligiga qarab birlamchi rudalarda sfalerit massalari yo'q degan xulosa chiqarib bo'lmaydi).

Ko'pincha qo'rg'oshin-rux rudalarida uchraydigan kumush ham oksidlanish zonasida boshqacha yo'l tutadi. Oksidlanish zonasining ostki qismlarida, u, ba'zan, argentit bilan bir assotsiatsiyada sof tug'ma holda uchraydi. Issiq va quruq iqlimli mamlakatlarda u, ko'pincha, barqaror galloid birikma – kerargiritga va boshqa minerallarga aylanadi.

Arsenopirit va boshqa temir arsenidlariga boy bo'lgan rudalar oksidlanish zonasida, ba'zan, temir gidrooksidlari bilan singigan skorodit massalari hosil qiladi. Bunday sharoitlarda nikel arsenidlari – annabergit, kobalt arsenidlari – eritrit beradi. Surmaning sulfidlari oksidlariga kermezit ( $Sb_2S_2O$ ), valentinit

( $Sb_2O_3$ ), stibikonit ( $Sb_2O_6OH$ ) va boshqa oksidlarga aylanadi. Vismutning sulfidi hisobiga, ko'pincha, asos karbonati – bismutit yuzaga keladi. Molibdenitning nurashidan povellit bilan ferrimolibdenit hosil bo'ladi va hokazo.

Tarkibidat  $Fe^{2+}$  va  $Mn^{2+}$  bo'lgan karbonatlar gidrooksidlar hosil qilib osonlikcha parchalanadi. Umuman, tarkibida valentlik darajasi kichik bo'lgan marganets ishtirok etgan mineralar (rodonit, manganit, braunit, gausmanit va boshqalar) oksidlanish zonasida osonlikcha parchalanib  $Mn^{4+}$  oksid va gidrooksidlariga – vernadit, piroyuzit va psilomelanga aylanadi hamda marganets shdyapalari hosil qiladi. Nurash kuchli bo'lgan sharoitlarda temir silikatleri (serpentin, xloritlar, granatlar, piroksenlar va boshqa mineralar) ham parchalanib, shu mineralarga boy bo'lgan jinslar (jumladan skarnlar) o'rinda sochiluvchan (zich emas) qo'nhir temir toshlar paydo bo'ladi.

Silikat tog' jinslarining kuchli nurashidan qoldiq mahsulotlar hisobiga keng maydonga tarqalgan yangi foydali qazilma konlari yuzaga kelishi mumkin. Temiri oz, lekin glinozyomga boy nordon intruziv jinslar o'rinda, mo'tadil iqlim sharoitlarida kaolin uyumlari, issiq va nam iqlimli sharoitlarda laterit nurash protsessida boksitlar, asosan, alyuminiy gidrooksidlaridan – gidrargillit, byomit va diasporidan tashkil topgan boksitlar yuzaga keladi.

Magneziyaga boy o'ta asos jinslarning, ko'proq serpentinitlarning tarkibida revdinskit, garnierit, nikelli galluazitlar va boshqa mineralari bo'lgan (Janubiy Ural koni) nikel silikat rudalarini hosil qiluvchi juda qalin nurash qobiqlari alohida diqqatga sazovordir. Silikatlarning kimyoviy nurashida magniyning asosiy massasi suvda erigan  $SO_2$  bilan birikib, nurash po'stining quyi gorizontlariga oqib ketadi va u yerda magnezit holida cho'kadi. Temir aksincha, bo'shoq (sochiluvchan) gidrooksidlar sifatida yer yuzida to'planadi. Silikatlarning kristall strukturasi buzilishi natijasida ajralib qolgan ozod kremnezyom kolloid eritmaga o'tib, qisman nontronit, galluazitlar kabi (temir shlyapasi zonasidan pastda)

yangi mineralar beradi, qisman opal bilan xalsedon shaklida cho'kadi, bular quyi gorizontlarda birlamchi jinslar o'rinda, ko'pincha, metasomatik yo'l bilan taraqqiy etadi. Nikel gidrosilikatlari asosan nontronit taraqqiy etgan zonalarda hosil bo'ladi. Bundan tashqari, marganetsning kobalt–nikel gidrooksidlari ham topiladi.

Shuningdek, nurash po'stida, yuqorida ko'rsatib o'tilgan mineralardan boshqa quyidagi yangidan hosil bo'lgan mineralar: gips, aragonit, kalsit, yarozit, sof tug'ma oltingugurt (gipsning parchalanishidan), har xil fosfatlar, quruq joylarda gullagandek bo'lib uchraydigan – selitra, achchiq toshlar va boshqa oson eruvchan sulfatlar, karbonatlar va xilma–xil elementlarning galloid birikmalari bilan boshqa juda ko'p mineralar topilishini ham eslatib o'tish lozim.

Cho'kindi tog' jinslari va foydali qazilma konlarning mineralari. Cho'kindi mahsulotlar mineralogiyasini o'rganish sohasida ham sovet olimlari (akad.A.D.Arxangelskiy, B.P.Krotov, G.M.Straxov, L.V.Pustovalov va boshqalar) tomonidan katta yutuqlar qo'lga kiritilgan. Olimlarimizning mineral hosil qiluvchi protsessning fizik–kimyoviy sharoitlariga bog'liq ravishda cho'kindilardagi fatsial o'zgarishlar qonuniyatlarini bilish sohasida erishgan yutuqlari, ayniqsa, diqqatga sazovordir.

Cho'kindi qatlamlangan tog' jinslar va rudalar, asosan, ko'l va dengiz havzalarida yuzaga keladi. Bular orasida quyidagi asosiy ikki gruppaga: 1) asosan magmatik jinslar bilan kristallangan slanetslarning mexanik parchalanishi mahsulotlaridan tashkil topgan klastik yoki chaqiq jinslar va 2) kristallangan, kolloidal shuningdek, organik yo'l bilan kelib chiqqan kimyoviy cho'kindi jinslar gruppasiga ajratiladi.

Asosan kvarsning yumaloqlangan donalari bilan ba'zan anchagina miqdorda dala shpatlari donalari aralashmasidan tarkib topgan qum va qumtoshlar chaqiq cho'kindi jinslarning (mexanik cho'kindilarning) tipik misoli bo'ladi. Bularda kamdan–kam chig'anoq siniqlari, glaukonit, shuningdek,

akssessor minerallardan magnetit, sirkon, rutil, apatit, turmalin va boshqa minerallar ishtirok etadi. Qumtoshlarda donalarni bir-biriga, yopishtiruvchi sement sifatida, ko'pincha, gil moddalar, kamroq karbonatlar (kalsit), kamdan-kam temir bilan marganets gidrooksidlari xizmat qiladi. Yirik donali qumtoshlarda va konglomeratlarda jins parchalari vazifasini tog' jinslari parchalari – toshlar o'taydi.

Sanoat uchun muhim, kimyoviy barqaror minerallari (olmos, oltin, platina, kassiterit va boshqalar) bo'lgan kon va tog' jinslari yuvilib ketar ekan, mexanik cho'kindilarning qimmatli minerallar bilan boyishi yuz beradi va daryo yoki dengiz sohilbo'yi sochilma konlari hosil bo'ladi (56–rasmga qarang).

Cho'kindi jinslarning yuzaga kelishi uchun sabab bo'lgan kimyoviy protsesslarning o'ziga xos xususiyatlari shundan iboratki, bunda magmatik va qisman metamorfik jinslarni etuvchi ishqoriy elementlar bilan ikki valentli metallarning (Ca, Mg, Fe, Mn) jins tashkil etuvchi silikatlari va alyumosilikatlari parchalanishida, siljish (migratsiya) protsessida, shu elementlarning bir-biridan ajralishi va cho'kindilarning alohida-alohida to'planishi yuz beradi; bir joyda – Al gidrosilikatlari (gillar) boshqa joyda – kremniyli cho'kindilar. Uchinchi joyda – ko'proq Sa birikmalari, to'rtinchi joyda – Al, Fe, Mn birikmalari, beshinchi joyda – Na, K, Mg birikmalari va hokazo to'planadi.

Ko'pincha juda katta qatlamlarni tashkil etuvchi gillar, slantssimon gillar va gil slanetslarning asosiy massasi tog' jinslarning qayta yotqizilgan kimyoviy nurash mahsulotlaridan: ayrim hollarda kaolinitdan, boshqa hollarda beydelit, montmorillonitdan tarkib topgan bo'ladi. Aralashma sifatida, ba'zan, ancha ko'p miqdorda kvars parchalari (qumli gillarda), slyudalar, organik qoldiqlar, mayin dispers karbonatlar (mergellarda), shuningdek opal, Fe gidrooksidlari, melnikovit, ba'zan konkretsiyal shaklida bo'lgan markazit bilan pirit, ko'mirli yoki bitumli moddalar va boshqalar topiladi.

Kremnezyom kimyoviy cho'kindisining bir qismi bo'lgan kremniyli cho'kindi jinslar opal, xalsedon, qisman kvarsdan

tashkil topgan. Shu jinslarda organizm qoldiqlaridan, bir xillari juda ko'p bulutlarning kremniyli spikulalari siniqlari (spongolitlarda), boshqalarida – radiolyariyalar (zich yashmalarda), uchinchilarida – diotomiyalar skeletlari (bo'shoq trepellarda) ishtirok etadi. Yengil, kovaklari mayda bo'lgan g'ovak, tarkibida organik qoldiqlari bo'lmagan opalxalsedonli jinslar opoka deb aytiladi. Aralashmalardan ko'proq gil moddalar (kaolinit), ba'zan glaukonit, kvars va boshqa minerallarning siniqlari bo'ladi.

Ko'pincha katta-katta tog' massivlari sifatida yer yuziga chiqib turgan karbonat jinslar (ohaktoshlar bilan dolomitlar) deyarli butunicha kalsitdan yoki dolomitdan, yoki shu minerallar aralashmasidan iborat bo'ladi. Ko'pincha gil moddalar, klastik cho'kindi (kvars) glaukonit, ba'zan xalsedon–kvars tugunchalari (kremen), fosforit konkretsiyalari, kamdan-kam selestin, barit, gips uyumlari, shuningdek, bitumlar bilan gazlar (vodorod sulfid) ham ishtirok etadi. Juda ko'p ohaktoshlarda ko'pmi-ozmi har xil organizm qoldiqlari – mollyuska, braxiopoda, foraminifer chig'anoqlarining siniqlari, marjonlarning siniqlari va boshqalar topiladi (16–rasm). Ohaktoshlarning ba'zi xillari (oolit shaklida tuzilganlari) kolloid–kimyoviy cho'kindi belgilariga ega bo'ladi.



16–rasm. Organogen ohaktosh. Jilolangan shlif. Haqiqiy kattaligicha

Temirga boy kolloid-kimyoviy cho'kindilar (temir ruda konlari) shimoliy viloyatlarning ba'zi bir chuchuk suvli ko'larida (botqoqliklarda ham) topiladi, yirik qazilma cho'kindi konlar esa geologik ma'lumotlarga qaraganda, lagunalar bilan yoki dengiz havzalarining qirg'oq bo'yi zonalarini bilan bog'liqdir (Kerch koni).

Cho'kindi temir iruda konlarining asosiy minerallari uch valentli temir gidrooksidlari – limonit va gyotitan (ko'pincha siderit temir gidrosilikatlarining oksidlanish mahsuloti) iborat. Bular bilan bir assotsiatsiyada, ba'zan, opal, vivianit, barit, marganets oksidlari ham boshqa minerallar uchraydi. Birmuncha chuqur suvli fatsiyalari oolit bo'lib tuzilgan temir gidrosilikatlaridan (leptoxloritlardan) shamozit, tyuringit va boshqa ikki valentli temirga boy xloritlardan tashkil topgan. Ba'zan shular bilan bir assotsiatsiyada alohida qatlamlar bo'lib topilgan (Uralning Ayat va boshqa konlarida) siderit uchraydi. Sideritga aralashmagan, juda kamdan-kam hollarda birmuncha yirikroq uyumlar hosil qila oladigan sulfidlar (pirit, kamdan-kam pirrotin) uchraydi.

Ko'pincha kremniyli yoki kremniy gilli cho'kindi jins qatlamlari bilan bog'liq bo'lgan cho'kindi marganets konlarida, tarkibiga ko'ra, bir-biridan ajraladigan fatsiyalarning almashinish tartibi batafsil tekshirilgan. Qirg'oqqa yaqinroq joylarning rudalari, asosan, to'rt valentli marganetsning birikmalari –pirolyuzit va psilomelan bilan bo'shoq yoki zich opal ham gil moddalardan tashkil topgan. Qirg'oq chizig'idan uzoqlashib chuqur suvli zonalar tomon borgan sari, kislorod etishmaydigan sharoitlarda, shu rudalar manganit rudalari bilan almashadiki, bunda marganetsning bir qismi endi  $Mn^{2+}$  shaklida ishtirok etib, ko'pincha, glaukonit (kremniyli qatlamchalarda) bilan bir assotsiatsiyada topiladi. Nihoyat, qirg'oq chizig'idan yana ham uzoqroqda rodoxrozit, manganokalsit (ya'ni marganets faqat ikki valentli holatda ishtirok etuvchi minerallar) dan iborat yaxlit karbonat rudalar opal, shuningdek, markazit, kamdan-kam barit va boshqalar bilan bir assotsiatsiyada bo'lib tarqalganki, bu vodorod sulfidli achishni aniq qaytaruvchi muhitda borishini va suv havzasi tubiga cho'kayotgan organik qoldiqlarning  $SO_2$

ajratib parchalana borishini ko'rsatadi. Masalan, Chiatur, Polnochnoye va boshqa konlardagi marganetsli cho'kindilarning fatsial o'zgarishlari qonuniyatlarini shundaydir.

Konkretsiyalar tugunchalar yoki oolitlardan iborat fosforit konlari shelfning birmuncha chuqur suvli joylari bilan bog'liq bo'lib, karbonat jinslar yoki glaukonitli qumtoshlar orasida yotadi. Kalsiy fosfatlari uyumlarida kvars qumlari, glaukonit, ba'zan pirit va boshqa minerallar bo'ladi. Hozirgi zamon tushunchalariga asosan (V.A.Kazakov), qirilib borayotgan dengiz organizmlari fosfatlarni eritmaga o'tkazuvchan asosiy faktor karbonat kislotaga bo'lib, uning miqdori fitoplankton zonasidan pastki suv qatlamlarida o'lib borayotgan tirik moddalarning oksidlanishi hisobiga ortib boradi. Okean suvlarining 500–1500 m chuqurlikda  $SO_2$  va fosfor bilan boyib qolishi shu bilan tushuntiriladi. Suv havzasi tubidan ko'tarilayotgan suv oqimlari sababli  $SO_2$  va fosfarga boy o'sha suvlar dengiz havzasining yuzi qirg'oq zonalariga chiqib qolgan paytlarda karbonat kislotaga qisman fitoplankton zonasiga o'tib ketadi, shuning uchun ham shu suvlarining fosfarga boyib qolishi kolloid fosfatlarning fosforit tugunchalari shaklida cho'kib qolishiga olib keladi (17-rasm).



17-rasm. Gyotit-xlorit tarkibli oolitlar. Ba'zi birlarining markaziy qismida kvars zarrachalari ko'rinib turadi. Oolitlar orasidagi massa qirralari idirilib ketgan kvars parchalari aralashmasi ko'p bo'lgan xlorit va sideritdan iborat. Janubiy Uraldagi Ayatsk koni. B.P.Krotov bo'yicha. Shaffof shlif. 46 marta kattalashtirilgan

Tuz qatlamlari quruq, issiq iqlimli muhitda qurib borayotgan kul va qisman to'silib qolgan dengiz havzalarida, kristallangan cho'kindi shaklida yuzaga kelgan bo'lib, tarkibida asosan xloridlar – galit, kamroq silvin, karnallit va boshqalar, sulfatlar – mirabilit, tenardit, astraxanit, epsomit, kizerit, kainit, poligalit, gips, angidrit va boshqa minerallar bo'ladi. Dengiz suvlari tuzlarining cho'kishi Vant-Goff hamda akad. N.S.Kurnakov va uning o'quvchilari olib borgan fizik-kimyoviy tekshirishlar, qatlamlarning birin-ketin yotish tartiblari ustida olib borgan kuzatishlaridan ma'lum bo'lishicha, muayyan tartib bilan boradi: birinchi bo'lib qiyin eriydigan tuzlar (kalsiyli karbonatlar bilan sulfatlar) cho'kadi, eng oson eruvchan birikmalar (sulfatlar va ayniqsa Mg ham K xloridlar) eng so'nggi paytgacha eritmada saqlanib qoladi. Biroq cho'kish tartibi eritmada tuzlar konsentratsiyasi nisbati bilan bog'liq bo'ladi. Ba'zi bir ancha oson eriydigan tuzlar eritmada juda ko'p bo'lgan paytlarda eritmada birinchi bo'lib cho'kadi.

Nazariy tomondan dengiz suvidagi tuzlarning cho'kishi quyidagicha tartibda boradi: 1) gips, angidrit; 2) gips, angidrit va poligalit bilan bir assotsiatsiyada bo'lgan galit; 3) kizerit bilan birga galit, kainit, poligalit va boshqa minerallar; 4) karnallit bilan birga galit, kizerit va boshqalar; 5) karnallit, galit bilan birga bishofit va boshqa oson eruvchan tuzlar.

Bundan kelib chiqadiki, demak, kaliy bilan magniy tuzlari sho'r suvli havzalarning eng so'nggi qurish paytlarida cho'kadi. Biroq tabiiy muhitda kristallangan tuzlarning qat'iy cho'kish tarkibining saqlanishi uchun doimo sharoit yaratilavermaydi. Cho'kindi qatlamlarning ketma-ket va takroriy yotishlari, ba'zan, geologik kesmada ba'zan bir tuz qatlamlarining bo'linmasligi va hokazolar ma'lum sabablarga ko'ra qurib borayotgan havzalarning rejim sharoitlarini, jumladan eritmada tuzlar konsentratsiyasi nisbatining o'zgarganligini ko'rsatadi.

Tuz qatlamlarida kalsit, dolomit, bor birikmalari (boratsit) ham topiladi. Boratlar, kamdan-kam, gidroboratsit, kolemanit,

pandermit, boronatro kalsit, bura, asharit (ikkilamchi mahsulotlar sifatida) va boshqa minerallardan iborat o'zicha alohida cho'kindilar hosil qiladi. Inder koni buning misoli bo'ladi. Nihoyat, sodalit ko'llar ham ma'lum. Bitumli dolomitlashgan ohaktoshlar ham tosh tuz qatlamlari bilan birga topiladigan tuzli gips va angidrit qatlamlari bilan bog'liq katta-katta sof tug'ma olingugurt konlari hosil bo'ladi. Bu bilan bir assotsiatsiyada, ko'pincha, kalsit, aragonit, dolomit, gips, ba'zan selestin, barit, opal, xalsedon, qattiq va suyuq bitumlar topiladi.

Bundan tashqari, gips bilan angidrit yer sharining ko'p joylarida juda katta qalimlikka ega bo'lgan alohida-alohida qatlamlar tashkil etadi.

Juda katta sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan kaustobolitlar – qazilma ko'mir, neft va ular bilan bog'liq bo'lgan yonuvchi gazlar ham bitumlar, shuningdek, torf va saproqlar ham cho'kindi mahsulotlar qatoriga kiradi. Shularning hammasi o'simlik va qisman hayvon organizmlari hisobiga yuzaga kelgan biokimyoviy mahsulotlardan iboratdir. Ko'mirli qatlamlarda neorganik minerallardan, klastik materiallardan boshqa temir sulfidlari – pirit, markazit, juda ham kamdan-kam galenit, sfalerit va karbonatlar topiladi. Ko'mir-gilli cho'kindilarda ba'zan sulfidlari ham bo'lgan sferosiderit konsentratsiyalarining qatlamsimon uyumlari uchrab turadi. Nurash natijasida shular hisobiga qo'ng'ir temir toshlar yuzaga keladi.

Metamorfiklashgan tog' jinslari va ruda konlarining minerallari. Yuqorida aytib o'tganimizdek, regional metamorfizmida endogen, ayniqsa, ekzogen mahsulotlarning faqat tarkibigina emas, balki jins va rudalarning strukturasi bilan faqat xususiyatlari ham juda o'zgarib ketadi. Metamorfizmining fizik-kimyoviy sharoitlariga – chuqurligiga (bosimga), harorat va birmachi jinslar va metamorfliantiruvchi postmagnatik eritmalar tarkibiga qarab, tarkibiga ko'ra juda ham xilma-xil bo'lgan kristallangan slanetslar: dala shpatlariga boy gneyslar, slyudali slanetslar, amfibolitlar, talkli slanetslar, xloritli slanetslar, shuningdek, serpentinitlar, marmarlar va boshqa

metamorfiklashgan jinslar yuzaga keladi. Bu yerda mana shu ko'p sonli jinslarning hammasida bo'ladigan mineral assotsiatsiyalarini sanab o'tirmaymiz. Faqat metamorfik protsesslarning ba'zi bir xossalari ko'rsatib, rasmiy jins tashkil etuvchi mineralardan boshqa xarakterli mineralarni ko'rsatib o'tamiz.

Avvalo, metamorfik jinslarning o'zi hosil bo'lgan cho'kindi mahsulotlar tarkibidagi o'ziga xos belgilari bilan xarakterlanishini ko'rsatib o'tish lozim. Yuqorida aytib o'tganimizdek, cho'kindi jinslarning (gillar, kremniyli cho'kindilar, ohaktoshlar va hokazo) asosiy massivi nurash protsessida endogen tog' jinslardan ajralib chiqqan birikmalarning tarkibiga ko'ra, bir-biridan ancha farq qiluvchi differentsiatsiyalanish (bo'linish) mahsulotidir. Tarkibida ishqoriy yer elementlari deyarli yo'q bo'lgan gil va gilli slanetslarning metamorfiklanishidan juda ham boshqacha jins tashkil qiluvchi mineralar — alyuminiy silikatlari: disten, sillimanit, andaluzit, stavrolit, mo'rt slyudalar va boshqa mineralar yuzaga keladi. Faqat ishqoriy elementlar kelib qo'shilganligini ularning o'rnida seritsuitli va slyudali slanetslar hosil bo'lar edi. Kremniy cho'kindilar metamorfizm protsessida zich kvarts-xalsedonli jinslar (yashmalar) yoki kvartsitlarga aylanadi. Asosan karbonatlardan tashkil topgan jinslarning metamorfiklanishida, D.S.Korjinskiy ko'rsatib o'tganidek, uncha chuqur bo'lmagan sharoitlarda Sa silikatlari: vollastonit, grossulyar, diopsid, kalsit va dolomit bilan bir assotsiatsiyada barqaror bo'lishi mumkin. Biroq ancha chuqurlik sharoitlarida vollastonit o'rnida kvarts bilan kalsit assotsiatsiyasi birmuncha barqarordir, yanada chuqurroqda esa grossulyar ham barqaror bo'lib qolmaydi, u chuqurlik bilan bog'liq ravishda parsial bosimi orta boradigan karbonat kislotaga ta'sirida parchalanib ketadi.

Tuz cho'kindilar (K, Na, Mg xloridlari bilan sulfatlari) shuningdek gips, angidrit, alunit va boshqa sulfatlar chuqur regional metamorfizm sharoitlarida butunlay yo'qolib ketadi. Sof tug'ma, oltingugurt bilan fosforitlar ham saqlanib qolmaydi,

balki postmagnatik eritmalarda shu birikma elementlari migratsiyaga beriladi, ya'ni silijib ketadi.

Temir bilan marganetsning cho'kindi konlari ham metamorfizm protsessida birmuncha o'zgarishlarga duch keladi. Ekzogen sharoitlarda barqaror bo'lgan kolloidal gidrooksidlar suvsiz birikmalarga, masalan, limonit bilan gyotit — gematit bilan magnetitga; temir gidrosilikatlari — kvarts bilan magnetit aralashmasiga yoki suvsiz silikatlarga; psilomelanlar bilan magnetit — braunit (389-rasm), gausmanit va kremnezyom ishtirokida Mn silikatlariga: rodonit, tefroit, marganetsli granatlar va boshqa mineralarga aylanadi.

Juda ko'p metamorfiklashgan konlarda rudalarning qavat-qavat bo'lib tuzilganligi saqlanib qoladi. Dinamik kuchlarning bir tomonlama siqishi ta'sirida mayda burmalarning hosil bo'lishi yuz beradi (390-rasm). Ko'pchilik kristallangan slanetslarda, yangidan hosil bo'lgan mahsulot sifatida, ko'pincha to'g'ri tuzilgan ancha yirik granat kristallari (almandin, pirok va boshqalar) kordierit, har xil piroksenlar bilan amfibollar, shpinel, magnetit, rutil, grafit va boshqa mineralar ko'p tarqalgan.

### Metamorfik foydali qazilma konlarining mineralari.

Konlarning bu guruhiga yuqorida aytib o'tilganimizdek, metamorfiklashmasdan avval hech qanday amaliy ahamiyatga ega bo'lmagan tog' jinslari yoki boshqa mahsulotlar hisobiga metamorfizm protsessida yuzaga kelgan konlar kiradi. o'tga chidamli xom ashyo — disten koni buning misoli bo'lib, glinozyomga boy jinslar hisobiga yuzaga kelgan, shu mineral bilan boyigan, kristallangan slanetslardan iborat. Shu konlarda disten bilan bir assotsiatsiyada slyudalar, andaluzit, stavrolit, ba'zan korund, rutil, turmalin va boshqa mineralar topiladi.

Abraziv xom ashyo — granatlarning (almandinning) slyudagi slanetslardagi ba'zi bir konlari ham shunday paydo bo'lgan. Shu slanetslar tarkibida slyudalar (ko'pincha biotit) bilan granatlardan boshqa kvarts, disten, stavrolit, ba'zan rutil, sirkon, turmalinlar va mineralar ishtirok etadi. toshko'mirdan

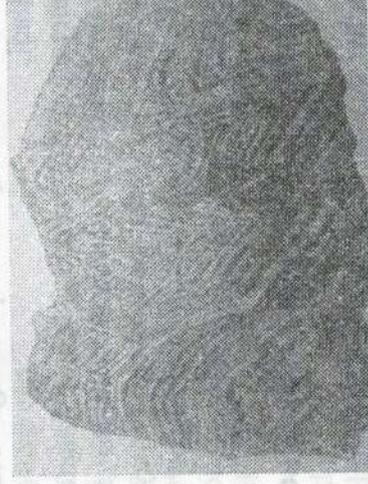
metamorfiklanish yo'li bilan yuzaga kelgan grafit konlari ham juda xarakterlidir. Bu holda grafit avvalgi xususiyatlarini butunlay yo'qotganligi uchun endi yonuvchi foydali qazilma emas, balki yangidan hosil bo'lgan mineral xom ashyodir. Shu konlardagi ajroqlik tekisliklari yuzalarida saqlanib qolgan o'simliklarning izi grafitning toshko'mir hisobiga paydo bo'lganligini ko'rsatuvchi dalillar.

Regional metamorfizm protsessida yuzaga kelgan ajralish (yorilish) darzlar bilan bog'liq bo'lgan "alp tipidagi tomirlar" (60-rasmga qarang) deb aytiladigan tomirlar o'zining mineralogiyasi va amaliy ahamiyati jihatidan juda ham ajoyibdir. Shu tomirlarning kengayib borgan joylarida, druzalar o'sadigan katta bo'shliqlarda (xrustalli yer to'lalarda), pezoyelektrik xususiyatga ega bo'lgan tog' xrustallining to'g'ri tuzilgan kristallari, xlorit, epidot, aktinolit, adulyar, albit, brukit, rutil, anataz, sfen, kalsit va boshqa minerallarning kristallari diffatni jalb etadi. Shunisi xarakterliki, bu tomirlarda jins tashkil etuvchi mineral sifatida metamorfik yon jinslarda ham ishtirok etuvchi o'sha mineralning o'zi taraqqiy etadi. Bu, o'sha minerallarning kengayib borayotgan orasi bo'sh darzlarda, jinslar metamorfizmi bilan bir paytda, o'sha metamorfiklantiruvchi eritmalar ishtirokida paydo bo'lishini ko'rsatadi.

**Xulosa.** Turlicha kelib chiqqan tog' jinslari va rudalarda tarqalgan xilma-xil mineral assotsiatsiyalarini o'zaro taqqoslab ko'rish kimyoviy elementlarning yer qobig'idagi migratsiya (siljishi) tarixi masalasida muhim xulosalarga olib keladi. Taraqqiy etayotgan geologik hodisalarning har qaysi davri uchun, elementlarning mineral hosil qiluvchi protsesslarda tutgan yo'li kimyo, kristallokimyo va fizik-kimyo qonunlari bilan mutlaqo mos keladigan o'z qonuniyatlariga egadir.

Haqiqatdan ham magmatik davrning boshlanish paytida hamma elementlar (petrogen ham, metallogen ham) umumiy massada birmuncha tekis tarqalgan bo'lsa, magmaning differentsiatsiyalanishi va kristallanishi paytida, ayniqsa, chuqurlik sharoitlarida, butunlay boshqa holni ko'ramiz.

Metallogen elementlar (Pt, Cu, Fe, Au, Ag, Zn, Pb, Bi va boshqa metallar) konsentratsiyalanish (to'planish) tendensiyasiga va magmaning yengil uchuvchan komponentlari ishtirokida, petrogen elementlardan ruda konlar (magmatik, kontakt-metasomatik, gidrotermal) hosil qilib, ajralib chiqishga juda ham moyildir. Petrogen elementlar, aksincha, magmatik tog' jinslarning hosil bo'lishida. Faqat magmaning differentsiatsiyalanishi protsessida qisman boyganicha, ma'lum darajada bir tekis tarqalish holatini saqlab qoladi. Faqat ion raditssi kichik yoki juda katta bo'lgan (rasmiy petrogen elementlar ion radiusiga nisbatan) elementlarga pegmatit mahsulotlar orasida ancha ko'p miqdorda to'planishga qobiliyatidir.



18-rasm. Yo'l-yo'l gematit rudasi. Och rangli yo'llar-gematit, qoramitlari-kvarsit. Krivoy Rog. Jilo berilgan ruda bo'lagi. Qaytgan nur tasvirida olingan rasm.

Yekzogen protsesslarda mutlaqo teskari holni ko'ramiz. Shu protsesslar, quyosh energiyasi hisobga kuchli oksidlantiruvchi muhit sharoitlarida sodir bo'lib, mineral hosil qiluvchi endogen protsesslarda yuzaga kelgan hamma borliqqa aks ta'sir ko'rsatadi va o'zining so'nggi stadiyasida cho'kindi tog' jinslarning buyuk qatlamlarini yuzaga keltiradi. Shu bilan birga metallogen

elementlarning asosiy massasi<sup>1</sup> cho'kindi jinslar orasida tarqalib ketadi. To'g'ri, boshlang'ich davrda litosferaning eng yuza joylarida ba'zi bir metallogen elementlarning oksidlanish zonasida va sulfid konlarning ikkilamchi boyish zonasida ((Pb, Cu) konsentratsiyalanishi (to'planishi) hodisasini ko'ramiz. Biroq ekzogen mahsulotlarning umum massasi orasida ular mohiyatining yo'q deyarli darajada ekanligi va ularning keyingi taqdiri (cho'kindi hosil qiluvchi protsesslar taraqqiy etgan sari majburan tarqalib ketishi) bularga kichik bir epizod deb qarashga majbur etadi. Aksincha, petrogen elementlar (Na, K, Mg, Ca, Al shuningdek S, Cl, V, S, R va boshqalar) ekzogen protsesslarda juda ko'p nometall foydali qazilma (ohaktosh, gips, sho'r suvli ko'p cho'kindilari, boksit, fosforit, toshko'mir, neft va boshqalar) konlari hosil qilib to'planishga sezilarli daraja moyillik ko'rsatadi.

Regional metamorfizm protsesslarida haqiqatda kimyoviy elementlarning uncha ko'p miqdorda konsentratsiyalanishi sodir bo'lmaydi. Asosan, ekzogen protsesslarda paydo bo'lgan mineral mahsulotlarning faqatgina qayta hosil bo'lishi - ya'ni qayta kristallanish yuz beradi.

## MINERALLARNING TABIATDA HOSIL BO'LISHI

**Kristallangan fazalarning hosil bo'lishi va o'sishi.** Kristallangan qattiq moddalar turli yo'llar: a) suyuqliklarning (qazib erib turgan yoki eritma) kristallanishi; b) chiqayotgan gazsimon mahsulotlarning bo'liq devorlarida kristall holida yotqizilishi va v) qattiq massalardan (jumladan, kolloidlardan) fayta kristallanish yo'li bilan yuzaga kelgan bo'lishi mumkin. Tabiiy kristallangan jinslarning asosiy massasi erib turgan silikat qotishmalarning va suvda erigan moddalarning kristallanish natijasida yuzaga kelgandir. Bunga kristallangan magmatik

<sup>1</sup> Fe bilan Mn bundan mustasnodir, ular o'z xususiyatlariga ko'ra petrogen elementlar bilan metallogen elementlar o'rtasida joy oladi.

jinslarning katta-katta massalari, foydali qazilma konlarining juda ko'pchiligi, sho'r suvli havzalarning kristallangan cho'kindilari va boshqalar kiradi.

Har qanday sovib borayotgan qotishmaning kristallanishi nazariy jihatdan shu mlddaning erish haroratiga mos keladigan muayyan haroratda boshlanishi kerak. Xuddi shuningdek eritmaning kristallanishi ham erituvchani o'sha modda bilan to'yinishi bilan oq boshlanishi kerak edi. Biroq tajribaning ko'rsatishicha, suyuq fazaning kristallanishi birmuncha o'ta soviganidan keyin yoki o'ta to'yinganidan keyin boshlanadi.

Suyuq muhitning o'ta sovishi yoki o'ta to'yinish darajasi kristallanayotgan suyuqlikning kimyoviy tarkibiga va ma'lum darajagacha bosimga ham bog'liqdir. Kristallarning sovib borayotgan gazlardan hosil bo'lishi paytida bosimning o'zgarishi iuhim ahamiyatga ega.

O'ta sovigan suyuq qotishma bilan o'ta to'yingan eritmalaridagi kristallarning o'sish protsesslari muflaqq bir xildir. Kristallarning hosil bo'la boshlashi, agar eritmaning o'zining kristallokimyoviy xususiyatlari bilan "achitqilik" vazifasini o'tay oladigan biron zarracha yoki jism parchasi tushib qolgan bo'lsa, majburan yoki o'ta sovigan eritmalar bilan erigan moddalarda o'z-o'zidan boshlanishi mumkin.

O'z-o'zidan kristallanishda erigan modda yoki eritmalarning turli nuqtalarida kristallanish markazi deb aytiladigan kristallangan kurtakchalardan iborat markazlar yuzaga keladi. Kristallanish protsessining dastlabki paytlarida (faraz qilaylik, qandaydir bir komponentli suyuqlikda bo'lsin) erkin taraqqiy etish mumkin bo'lgan sharoitlarda shu kristallanish markazlari atrofida to'g'ri tuzilgan kristallehalar toki kristallografik shaklning keyingi taraqqiy etishi uchun yetarli sharoit qolmaguncha o'saveradi. Kristallanishning bundan keyingi davom etishida qolgan bo'shliqni ishg'ol etish uchun shu kristallar

<sup>1</sup> Shu narsani unutmastik kerakki, suyuqliklarning tabiiy sharoitlarda ham, laboratoriyada ham o'ta sovishi odatdagi holat.

orasida kurash boshlanadi va nihoyat tashqi chegaralari notekis bo'lgan kristallangan donalardan iborat agregatga ega bo'lamiz. Ba'zi hollarda shunday donalarning ayrimlarida, hattoki ularning asta-sekin o'sishidan dalolat beruvchi zonal (yo'l-yo'l) kristallangan tuzilishini ko'rish mumkin.

Suyuqlikning o'ta sovish yoki o'ta to'yinish darajasi bilan boshlang'ich qotish paytida o'z-o'zidan yuzaga kelgan o'sha suyuqlikdagi kristallanish markazlarining soni orasida to'g'ri munosiblik borligi aniqlangan: suyuqlik qanchalik ko'p o'ta sovigan yoki to'yingan bo'lsa, uning ma'lum hajmida muayyan vaqt birligi ichida shunchalik ko'p kristallanish markazlari yuzaga keladi, binobarin, suyuqlikning qotib qolishi natijasida yuzaga kelgan kristallangan donalar shunchalik mayda bo'lib qoladi.

Agar kristallanish birmuncha kam darajada o'ta to'yingan eritmada, faraz qilaylik  $k_1$  nuqtada boshlangan bo'lsa, u holda shunday sharoitlarda yuzaga kelgan nisbatan kam sonli kristallanish markazlaridan, nihoyat, ancha yirik donali agregatlar hosil bo'ladi. Agar kristallanish ancha o'ta to'yingan (yoki o'ta sovigan) paytlarda, masalan,  $k_2$  nuqtasida sodir bo'lsa, u holda tabiiyki, biz natijada kristallangan donalardan iborat mayda donador agregatga ega bo'lamiz. Eritmaning kristallanishi natijasida eritma juda ko'p o'ta to'yingan sharoitlarda yashirin kristallangan yoki kolloid jinslar olamiz.

Suyuqlikda kristallarning yuzaga kela boshlash payti eksperimental tekshirishlardan olingan ma'lumotlarga qaraganda juda ko'p sabablarga: moddaning kimyoviy tabiatiga; kristall kurtaklarning paydo bo'la boshlanishi tezlashtiruvchi yoki sekinlashtiruvchi aralashmalarga; mexanik kuchga (eritmani tebranish-chayqatish, idish devorlariga ishqalanishga); ba'zan tovush, yorug'lik va h.k. ga bog'liqdir.

Tajribalarning ko'rsatishicha, erkin muhitda o'sayotgan kristalll atrofida konsentratsion oqimlar yuzaga keladi: kristallga yondoshib — tegib turgan o'ta to'yingan eritma o'zining ortiqcha erigan moddasini o'sha kristallga berib ancha yengil bo'lib

qoladi va yuqoriga ko'tarilib o'ta to'yingan eritmaning yangi qismi oqib kelishi uchun joy bo'shatadi. Eritma qanchalik ko'p o'ta to'yingan bo'lsa, kristallning o'sish tezligi ham shunchalik ortiq bo'ladi.

Agar o'sayotgan kristall yonlarining har biri uchun o'sish sharoitlari u yuzaga kelgan paytdan boshlab bir xilligicha qolaversa, u holda kristallning shakli o'sish bilan birga o'zgarmasdan faqat kattalashar edi. Biroq har bir kristall yonlarining vaqt birligi ichida o'sish tezligi ko'pincha bir xil bo'lavermaydiki, bu kristall yonlari sonining kamayishiga olib keladi. Shunisi ham ma'lumki, kristallarning shakliga shu eritmada erigan boshqa moddalar ham ancha o'zining ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, natriy xlorid odatda kub shaklida kristallanadi, biroq tarkibida NaCl dan boshqa  $\text{CaCl}_2$  va  $\text{MgSO}_4$  ham ishtirok etuvchi eritmalardan esa oktayedr shaklidagi kristallar bo'lib cho'kadi.

Tez o'sish paytida noto'g'ri shaklli kristallar hosil bo'ladi. Bu asosan ma'lum sabablarga ko'ra ta'minlab turuvchi eritma oqimining (masalan, yopishqoqligi ortib ketgan muhitda, kolloid eritmalarda va boshqa sharoitlarda) bir tekis kelib turishi buzilgan paytlarda yuz beradiyu Bunday paytlarda o'sayotgan kristallning uchlari va qirralari, ya'ni kristall strukturaning valentligi eng kam to'yingan qismlari modda bilan ko'proq ta'min etiladi. Bu ba'zan kristall yonlarida voronkaga o'xshash chuqurchalar hosil qilish bilan uning egri, ko'pincha esa kristallchalarning ustma-ust (asosan uchlari) bo'lib o'sishga olib keladi. Buning natijasida shoxchalari fazoda muayyan tartib bilan joylashgan kristall skeletlari yoki dendritlar deb aytiladigan kristall shakllari hosil bo'ladi. Ko'pincha shu kristallangan shoxchalarning uchlari yo'g'onlashgan bo'lib, shu joyda birmuncha yirik ham ancha to'g'ri tuzilgan kristall donalari yuzaga keladi. Ehtimol bu kristallanish paytida kristallanayotgan moddaga tegib turgan eritma konsentratsiyasining kimyoviy ketishi va shuning natijasida o'sha kristallning o'sishi uchun normal sharoit yaratilishi bilan bog'liq bo'lsa kerak.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, kristallar faqat suyuq muhitda, ya'ni o'ta to'yingan eritmalar bilan diffuziya orqali ta'minlanish hisobiga emas, balki to'yingan eritma va kapillyar kanallar orqali ta'minlangan hollarda havo yoki gazsimon muhitda ham o'sa olishi mumkin. Quyidagi tajriba buning ishonchli dalilidir. Agar osh tuzining to'yingan eritmasi solingan stakanga eritmani yaxshi shima oladigan paxta ipining uchi tushirib qo'yilsa, ma'lum vaqt o'tgandan keyin o'sha ipda kapillyar kuchlar ta'sirida yuqoriga ko'tarilayotgan eritma hisobiga havo muhitida kristallangan agregat hosil bo'ladi. Havo muhitida shu eritma suvining bug'lanishi hisobiga juda tez o'ta to'yingadi, bu eritmadagi moddani ip ustida kristallanishi uchun sabab bo'ladi.

Hech shubha yo'qqi, shunday yo'l bilan erituvchining sekin-asta bug'lanishi paytida to'g'ri tuzilgan kristallarning ham yuzaga kelishi mumkin. Shuningdek bulutsiz sovuq tumlarda nam tuproqli yerda o'sadigan muz kristallari ignachalarining o'sishi hollari ko'pchilikka ma'lum bo'lsa kerak. Suvda oson eriydigan tuzlarning, masalan, kalsiy xloridning shunday ignachalari nam kukunning sekin-asta qurishi natijasida havoda o'sadi. Juda ko'p minerallarning bo'liqlarda topiladigan cho'ziq ignasimon kristallarning ham shu yo'l bilan yuzaga kelgan bo'lishi mumkin.

Nihoyat, kristallarning hosil bo'lishi gazsimon muhitda va suyuq eritma bilan ta'minlanmasdan, ya'ni moddaning bug' holatdan to'g'ridan-to'g'ri qattiq holatga o'tishi paytida muayyan harorat (erish haroratidan past) va bosimda sodir bo'lishi mumkin. Havoda yulduzsimon kristallar shaklida hosil bo'lgan qorning yoki boshqa har xil minerallarning vulkan faoliyati davom etayotgan tamalarda yer yuziga qo'yilgan mahsuloti sifatida hosil bo'lishi bunga misol bo'ladi.

Ko'p hollarda kristallar bilan kristallangan donalar tarkibida boshqa moddalarning (qattiq, suyuq, gazsimon) juda mayda aralashmalar bo'lib ishtirok etishi, ularning xarakterli xossalari bo'ladi. Kristallarning xira yoki shaffof emasligi ko'pincha

shular bilan bog'liqdir. Yupqa qilib jilolangan shiflarni mikroskopda qaraganda ular osonlikcha bilinadi. Faqat shaffof emas minerallardagi suyuq va gazsimon aralashmalarni aniqlash ancha qiyin bo'ladi.

Shu chetdan kelib qolgan moddalarning fazoviy taqsimlanishini tekshirishdan ma'lum bo'lishicha, ular kristallning ichiga tez o'sishi paytida mexanik ravishda kirib qolgan bo'lsa kerak. Ular kristallning ichida ko'pincha muayyan kristallografik yo'nalishlar bo'ylab joylashadi. Masalan, kristallangan zonal (yo'l-yo'l) plagioklazlardagi vulkan shishasi (magmaning qotib qolgan tomirchalari) yoki kvars, kalsit, topaz va boshqa minerallardagi K, Na, Ca va boshqa elementlar tuzlarining suvdagi quyuq eritmasi yoki ko'pincha suyuqlik bilan aralashgan holda bo'ladigan gaz puffakchalardir.

Shunisi qiziqki, gaz - suyuqlik aralashmalari qizdirilganda muayyan haroratda bir jinsli suyuqlikka aylanib qoladi (gaz suyuqlikda erib ketadi), soviganda esa gaz pufakchasi yana ajralib qoladi. Shunday yo'l bilan ko'p hollarda o'sha mayda-mayda eritma tomchilarini o'z ichiga olgan mineralning qanday haroratlarda kristallanligini tahminan aniqlash mumkin.

Ayrim hollarda gaz - suyuqlik aralashmalarida hattoki uchinchi qattiq faza (masalan, NaCl kristallchalari) ham bo'ladi. Qizdirgan paytda shu kristallchalar N.P.Yermakovning ko'rsatishicha, suyuqlikda birinchi bo'lib erib ketadi, undan keyin gaz puffakchalari ham yo'qoladi.

Kristallarda birlamchi gaz-suyuqlik aralashmalardan boshqa ancha keyin paydo bo'lgan kristallarning "bitib qolgan" darzlarida joylashgan ikkilamchi gaz-suyuqlik aralashmalari ham topiladi (G.G.Lemmleyn). Shunisi xarakterliki, ikkilamchi gaz-suyuqlik aralashmalari dagi gaz puffakchalarining qizdirganda yo'qolishi - erib ketishi birlamchi aralashmalardagiga qaraganda avvalroq boshlanadi. Bundan keyingi qizdirish paytida kristallangan massaning yorilib-yorilib darz ketishi boshlanadi (suyuq aralashmalarda shunchalik kuchli bosim yuzaga keladi).



Tabiiy sharoitlarda minerallarning qisman yoki butunlay parchalanishi asosan oksidlanish va kimyoviy qaytarilish protsesslari bilan bog'liqdir. Bu ayniqsa tarkibida tabiiy sharoitlarda har xil valentli bir necha ionlar hosil qila olish qobiliyati bo'lgan elementlar (masalan,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $S^{6+}$  va boshqalar) ishtirok etuvchi minerallar uchun mansubdir.

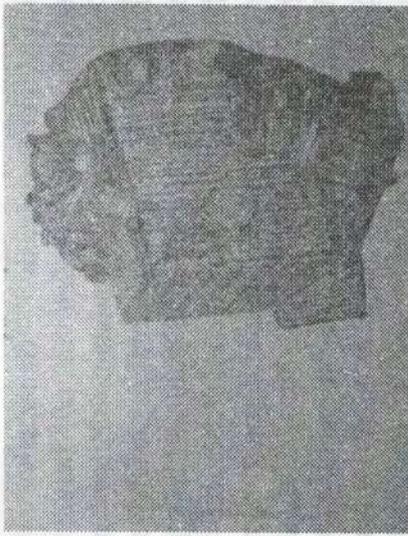
Agar mineral tarkibida avval kichik valentli kationlar bo'lsa, ular oksidlantiruvchi sharoitlarga (tog' jinslari yoki rudalarning oksidlanish zonasiga) tushib qolganda tabiiyki, yuqori valentli ionlarga aylanishga intiladi. Bunda kationlar radiusi kichiklashib, bu odatda kristall strukturalarini buzilishga olib keladi. Masalan, FeS (pirrotin) birikmasidagi ikki valentli temir kationi kislorod va suv bilan to'yingan muhit sharoitlarida osonlikcha uch valentli kationga aylanib, qiyin eruvchan temir gidrooksidlari hosil qiladi; ikki valentli oltinugurt anioni esa olti valentli kationga aylanadi va vodorod bilan birikib eritmaga o'tib ketadigan sulfat kislotasi hosil qiluvchi  $[SO_4]^{2-}$  kompleks anioni yuzaga keltiradi. Shunday qilib, pirrotinning o'rnida xususiyatlari bilan pirrotiniga hech ham o'xshaydigan boshqa modda yuzaga keladi. Xuddi shunga o'xshab ikki valentli marganets karbonati  $MnCO_3$  shunday sharoitlarda osonlikcha to'rt valentli marganets gidrooksidlarini hosil qiladi.

Agar temir va marganetsning shu gidrooksidlari geologik protsesslar natijasida yer po'stining kimyoviy qaytaruvchi muhit hukm surgan chuqurlik sharoitlariga tushib qolsa, elementlarning yuqori valentli kationlari ko'pincha kichik valentli kationlarga aylanadi va bu aylanish shu birikmalarning suvsizlanishi bilan birga yuz beradi. Yuzaga kelgan yangi sharoitlarda yangi minerallar vujudga keladi: gematit  $Fe_2O_3$  yoki magnetit ( $Fe \cdot Fe_2 \cdot O_4$ ), braunit ( $Mn \cdot Mn \cdot O_3$ ), gausmanit ( $Mn \cdot Mn_2 \cdot O_4$ ) va boshqalar.

Kitobning minerallar ta'rifi berilgan qismida ana shunday juda ko'p misollarni uchratamiz.

**Minerallar generatsiyasi.** "Generatsiya" termining o'zbekcha tarjimai avlod degan ma'no beradi. Bu so'z termining aniq ma'nosini anglatadi. Biror mineralning generatsiyasi deb, mineralni shu mineral assotsiatsiyasida tashqi ko'rinishi yoki kimyoviy xossalari va katta-kichikligiga nisbatan bir-biridan farq qiluvchi oldinma-ketin (yoshi har xil bo'lib) paydo bo'lganlariga aytiladi. Minerallarning ayniqsa ruda konlarida topilish sharoitlari ustida olib borilgan kuzatishlar juda ko'p hollarda bir mineralning o'zini bir necha oldinma-keyin paydo bo'lgan avlodlari mavjud ekanligini ko'rsatadi, bular mineral hosil qiluvchi protsessining bir stadiyasi davomida yuzaga kelgandir. Bir xil paytlarda 19-rasmda ko'rsatilgandek, mayda kristallchalardan iborat mineralning yosh avlodi shu joyning o'zida birmuncha ilgari yuzaga kelgan va ancha yirik bo'lgan kristallar ustida o'sadi, boshqa hollarda esa ular boshqaroq, masalan, avval paydo bo'lgan yirik donalar shaklida va boshqa minerallar orasidagi juda kichik darzlarda ancha keyin yuzaga kelgan mayda-mayda mahsulotlar sifatida yoki mikroskopdagina ko'rib bo'ladigan juda mayda aralashmalar shaklida va h.k. namoyon bo'ladi. Rudalarni mikroskopda batafsil tekshirib, deyarli har bir ruda hosil qiluvchi mineralning bir necha generatsiyaga ega ekanligi aniqlanadi, bu ruda hosil qiluvchi protsesslarning murakkab bo'lishini ko'rsatadi. Minerallarning paragenезisiga ko'ra o'zaro munosabatlarini tekshirishda bunday holni e'tiborda tutish juda muhimdir.

1 "Generatsiya" degan termin, umuman olganda, aloxida-aloxida minerallar uchungina emas, balki mineral komplekslari uchun ham jumladan tog' jinslari va rudalar uchun ham taaluqli. Masalan, diabaz yoki kvartsli porfir tomlari ba'zan bir necha generatsiyaga ega bo'ladi, bir xil tarkibli shu tomlarning biri ikkinchisi bilan kesishganligiga qarab shunday xulosaga kelish mumkin. Boshqa bir misol ba'zi molibden konlarida kristallangan molibdenit  $MoS_2$  bo'lgan yirik donador kvarts tomlari orasida, ba'zan molibden rudalarning mayin donador kvarts bilan juda ko'p yashirin molibdenit tangachalaridan iborat birmuncha keyinroq paydo bo'lgan generatsiyasi topiladi.



19-rasm. Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) kristallarning ikki avlodi

**Mineral agregatlari.** Eritma yoki erib turgan qotishmaning qotishi natijasida bir-biri bilan tutashib o'sgan kristallangan donalar aralashmasi hosil bo'lib, bular mineral agregatlari degan nom bilan yuritiladi.

Agregatlar monomineral, ya'ni bir mineralning kristallangan donalaridan (masalan, marmar yoki magnetit rudasining bir bo'lagi) tashkil topgan va polimineral tarkibi har xususiyatlariga ko'ra xilma-xil bo'lgan bir necha mineralardan iborat (masalan, granitning yoki mis-rux sulfid rudasining parchasi) bo'ladi.

Mineral agregatlari o'zining tuzilishiga va morfologik belgilariga ko'ra juda ham xilma-xildir. Ularning ko'pchiligi shunchalik o'ziga xosdir, shunga ko'ra ularning alohida nomlari bor. Mineral agregatlarining ko'proq o'zi uchun xos bo'lgan xususiyatlari shu moddalarning kristallanganlik darajasiga bog'liq. Shu nuqtai nazardan qaraganda, avvalo quyidagi ikkita katta guruhga: 1) aniq kristallangan agregatlar va 2) yashirin kristallangan va kolloid massalar bir-biridan ancha farq qiladi.

Mineral agregatlarining asosiy tiplarini sanab o'tamiz.

1. Donador agregatlar kristallangan donalardan tashkil topgan bo'lib, ba'zan bunda qandaydir mineralarning to'g'ri tuzilgan kristallari ham ishtirok etadi. Mineral agregatlarining bu

tipi yer qobig'ida eng ko'p tarqalgandir. To'liq kristallangan magmatik jinslar, foydali qazilma konlarining juda ko'p sulfid ham boshqa tipdagi rudalari va h.k. bunga misol bo'ladi.

Agregat tashkil etuvchi donalarning katta-kichikligiga qarab quyidagicha gruppalariga ajratiladi: 1) yirik donali agregatlar – ayrim donalarning kattaligi ko'ndalagiga 5 mm dan ortiq; 2) o'rtacha donali – donalari ko'ndalagiga 1-5 mm bo'lib, oddiy ko'z bilan osonlikcha ajratiladi va 3) mayda donali, bunda donalarning kattaligi 1 mm dan kichikdir.

Yashirin kristallangan agregatlar yuqqa shifllarini mikroskopda ko'rgandagina aniqlanishi mumkin.

Agregat tashkil etuvchi donalarning shakli ham shu agregatning morfologik xossalriga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Agar agregat birmuncha izometrik shaklli donalardan tashkil topgan bo'lsa, donador agregat deb qo'ya qolinadi. Agar donalari yuqqa varaq qiyofasida bo'lsa, bunday agregat tashkil etuvchi ayrim donalarning shakliga qarab varaqsimon yoki tangachasimon agregat deyiladi. Nihoyat, shunday agregatlar ham topiladiki, ular ayrim donalarning shakli bir yo'nalish bo'yicha cho'ziq bo'lib, ba'zan radial nur kabi joylashadi (20-rasm); bularni nayzasimon, ignasimon, tolasimon agregatlar deb aytiladi. Shakli xilma-xil bo'lgan mineralardan tashkil topgan agregatlar ham keng tarqalgan, masalan granitning izometrik kristallari bo'lgan slyudali slanetslar, turmalinning nayzasimon kristallari bo'lgan donador kvarts masalalari va h.k. (21-rasm).

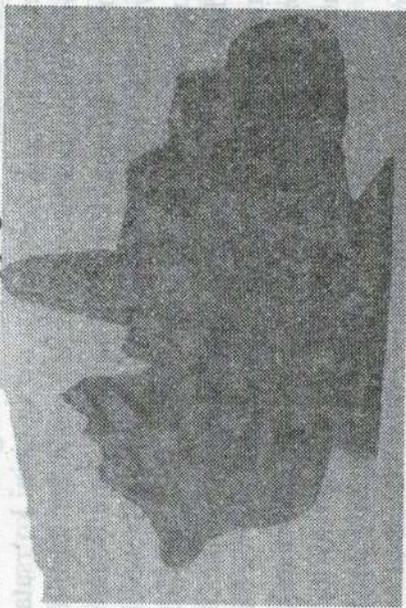


20-rasm. Pirofilitning radial nurb-simon agregatlari

21-rasm. Turmalinning seritsit xloridli slanetslardagi bog'simon agregatlari

Fazoning to'ldirish darajasiga qarab agregatlar — zich va bo'sh donador agregatlarga bo'linadi. Qurib borayotgan sho'r suvli ko'llar tubida kristallangan bo'sh jinslar ikkinchi agregat uchun misol bo'lishi mumkin.

2. Druzalar (jo'ra kristallar) asosi bilan qandaydir bo'shliq devorlariga yopishib yonma-yon o'sgan to'g'ri tuzilgan kristallardan iborat. Ko'p topiladigan kvars kristallarining druzasi bunga misol bo'ladi (22-rasm). Druzalar faqat kristallografik nuqtai nazardangina emas, balki ular ko'pincha eritmaning eng so'nggi qismida kristallanayotgan turli minerallarning oldinma-keyin ajralishi tartibini o'rganishga imkon berganliklari uchun ham diqqatga sazovordir.



22-rasm. Kvars kristallari druzasi

Druzalarda to'g'ri tuzilgan kristallar bo'lishining o'zi ularning bo'sh fazoda, ya'ni qandaydir birlamchi bo'shliqlarda, orasi kovak bo'lib qolgan darzlar, maydalanib ketgan jinslar va h.k. sharoitlarda yuzaga kelganligidan dalolat beradi. Bo'shliqlarning katta-kichikligi juda ham turlicha bo'lib, mayda kovakchalardan boshlab, ba'zan "xrustalli yerto'lalar" deb aytiladigani devorlari kvars va boshqa minerallarning shaffof kristallari bilan qonlangan g'orlar kattaligiday keladi.

Bir-biriga zich yondoshib ko'pmi-ozmi parallel ravishda o'sgan yakka-yakka kristallardan tuzilgan mineral jinslar

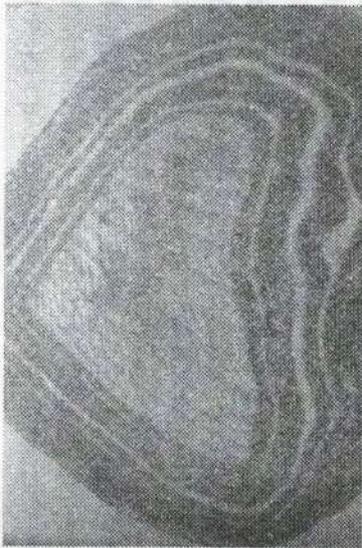
tarqsimon yoki chyotkasimon agregatlar deb aytiladi. Bo'shliq devorlarida yuzaga kela boshlagan kristallar boshlang'ich o'sish davridayoq bir-biriga tegib qolib, balki bundan keyingi torlik qilib qolgan sharoitlarda faqat bitta o'sha devorlarga tik bo'lgan yo'nalish bo'yicha tarqiqiy ega olgandir. Mayda zich yondoshib o'sgan kristallchalardan tashkil topgan kristallangan qobiqlar bilan kristallar cho'tkasi ham shunday hosil bo'lgan agregatlar qatoriga kiradi.

Tekshirishlarning ko'rsatishicha, bunday hollarda yuzaga kelgan juda ko'p sonli kristall kurtakchalari avval hamma yo'nalishlar bo'yicha o'sish tarqiqiy ega beradi. Biroq keyingi o'sish jarayonida bo'shliq fazo uchun kristallchalar orasida borgan kurash natijasida yakka-yakka kristallarning soni kamaya borib, o'sha kristallarning o'zi yuzaga kela boshlagan tekislikka tik yo'nalish bo'yicha juda ko'p o'sa oladiganlarigina bundan keyin ham tarqiqiy etaveradi ("geometrik tanlash prinsipi"). Agar shu tekislik botiq bo'lsa, radial nur kabi uchlari tutashuvchi mineral agregatlari, qabariq bo'lsa, radial nur kabi tarqaluvchi ignasimon yoki ustunsimon kristallar massivi vujudga keladi.

3. Sekretsiyalar noto'g'ri, lekin ko'pincha dumaloqroq shaklli bo'shliqlarning kristallangan yoki kolloid moddalar bilan to'lishi natijasida hosil bo'ladi. Mineral moddalarning bo'liq devorlaridan markaziga tomon birin-ketin konsentrik qavat-qavat bo'lib yotqizilishi ko'pgina sekretsiyalarning xarakterli xossalardir. Shu bilan birga o'sha qavatlar ba'zan rangiga, ko'proq tarkibiga ko'ra ham bir-biridan farq qiladi.

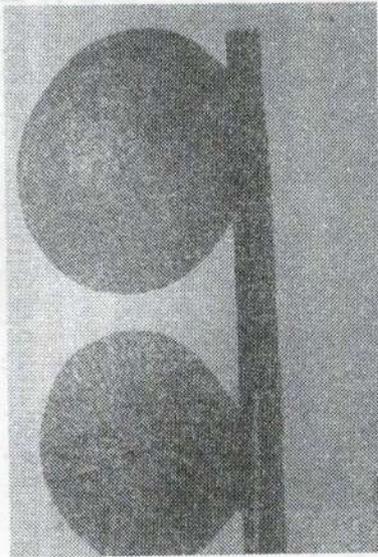
Mayda bo'shliqlar odatda mineral modda bilan bununligicha to'ldiriladi. Ba'zan markaziy qismi qandaydir mineralning, masalan, neolitlarning radial nur kabi tolalik agregatlari bilan to'lgan bo'ladi. Yirik bo'shliqlarning markazi ko'pincha bo'sh qolib, devorlari kristall druzalari yoki quyilma jinslar bilan qoplangan bo'ladi.

Mayda (ko'ndalangiga 10 mm gacha) sekretsiyalar bodomtoshlar, yiriklari esa jeodalar (23-rasm) deyiladi.



23-rasm. Jeoda

3. Konkretsiyalar shar simon yoki juda ham to'g'ri bo'lmagan shaklli sferik tugunchalardan iborat bo'lib (24-rasm), sochiluvchi cho'kindi jinslardan asosan gillarda, qumlarda va nuragan jinslarning tuproqsimon mahsulotlarda yuzaga keladi. Konsentratsiyalarning katta-kichikligi keng miqyosda o'zgaruvchan bo'lib, bir necha millimetrdan o'nlab santimetrgacha, ba'zan ko'ndalangiga bir metrgacha etadi. Biri bilan qo'shilib va o'sib borib, ular ko'pincha murakkab shaklli yirik jismlar ham hosil qiladi. Bular ko'pincha unchalik shart bo'lmasa ham begona jismlar ko'p hollarda organik qoldiqlar atrofida o'sib yuzaga keladi. Markazit va fosforitning qumli konsentratsiyalaridan tayyorlangan jilolangan kesmasida o'sha jinslarning yo'l-yo'l bo'lib tuzilishini vujudga keltirgan qum zarrachalarining ham yo'l-yo'l bo'lib joylashganligi ko'rinadi. Bu xol konkretsiyalarning hech bo'lmaganda qisman jinslar tuzilib bo'lganidan keyin yuzaga kelganligini ko'rsatadi. Ehtimol ular avval quyuuq kolloid-gellardan iborat, keyinchalik esa kristallangan bo'lishi mumkin. Ular markazi ustidan sindirilganda ko'p hollarda radial nur kabi tuzilgan bo'lib ko'rinadi (24-rasm). Shu bilan bir qatorda mineral massa ko'zga unchalik yaqqol tashlanmaydigan konsentrik – zonal tuzilgan ham bo'ladi.



24-rasm. Fosforit konkretsiyalari (chapdagi konkretsiya sindirib ko'rsatilgan)

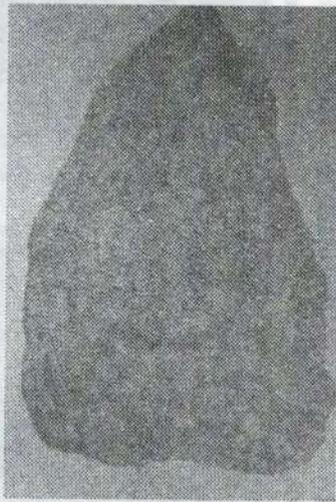
Shunday qilib, konkretsiyalar kelib chiqishiga ko'ra yuqorida ko'rib o'tilgan sekretsiya jinslaridan birmuncha farq qiladi. Ularning aksicha konkretsiyalar qandaydir markaz atrofida o'sadi.

Ko'p hollarda fosforit, pirit, markazit, ba'zan siderit, barit kabi minerallar konkretsiyalar bo'lib topiladi.

5. Oolitlar hosil bo'lish yo'llari bilan ko'p jihatdan konkretsiyalarga juda ham o'xshab ketadi. Bular ham shunday, biroq mayda (millimetring o'ndan bir bo'laklaridan 5-10 mm gacha) sferik jinlar bo'lib, suvli muhitda suv tubiga cho'kmagan boshqa jismlar qum zarrachalari, organik qoldiq parchalari va hattoki gaz puffakchalari atrofida o'sib yuzaga keladi. Oolit konkretsiyalarning ancha to'g'ri tashkil topgan konsentrik qavat-qavat, ba'zan po'choqsimon tuzilgan bo'lib, yaqqol ko'rinib turishi ularning xarakterli xossasidir. Shakliga ko'ra oolitlarga o'xshab ketadigan, lekin konsentrik qavat-qavat bo'lib tuzilganligi ko'rinmaydigan jinslar psevdoolitlar (loviya toshlar) deb aytiladi.

Hozirgi zamon ohak oolitlarning paydo bo'lishi oqin suvlarda cho'kmagan holda yuz beradi va shu bilan birga ular muayyan kattalikka erishgandan keyin cho'kadi. Bir-biri bilan yementlangan oolit konkretsiyalaridan tarkib topgan cho'kindi

jinslar oolitalarning katta-kichikligiga qarab no'xat tosh (25-rasm) deb aytiladi.



25-rasm. Oolit shaklidagi  $\text{CaCO}_3$

6. Mineral mahsulotlarning oqiq-tomma shakllari kolloidlar-gellar hisobiga vujudga keladi. Ular kristall druzalari kabi bo'shliqlarda topiladi. Sekinlik bilan singib borayotgan kolloid eritmalar bo'shliqqa etib borganidan keyin bo'shliq devorlarini qoplab oladi. Bo'shliq bog'lanib chiqayotgan suvini (dispersion muhitni) sekin-asta yo'qotib, ular quyuvqlashadi va og'irlik kuchi ta'sirida bo'shliqning ustki qismidan pastga qarab stalaktit (26-rasm), buyraksimon, shingilsimon va boshqa shakllarda qotadi. Bo'shliqning pastki qismida tushayotgan eritma tomchilari hisobiga konussimon stalagmitlar ko'tarilib paydo bo'ladi, lekin hamina minerallar ham shunday shaklda bo'lavermaydi.



26-rasm. Limonit stalaktitlari

Shunga o'xshash jinslarning katta-kichikligi juda ham turlicha, mikroskopda ko'rish mumkin bo'lganlaridan boshlab katta-katta g'orlardagi aragonit bilan kalsitning ( $\text{CaSO}_3$ ) yo'g'on ustunsimon stalaktitlari ham stalagmitlari kabi kattalikda bo'lishi mumkin.

Turli mnerallar: temir gidrooksidlari (limonit, gyotit), marganets gidrooksidlari (psilomelanlar), opal, malaxit, gips, aragonit, kalsit har xil metallarning sulfidlari va boshqa minerallar oqiq-tomma shaklida uchrashi mumkin.

Oqiq-tomma jinslarning jilohlangan namunalarini tekshirish ko'pincha konsentrik-zonal tuzilish ular uchun (ko'ndalang kesimida) xarakterli ekanligini ko'rsatadi. Bunday tuzilish rangi har xil yoki fizik xususiyatlari turlicha bo'lgan o'sha bitta mineraldan iborat xilma-xil qavatlarining (malaxit, limonit va h.k.) yoxud har xil tarkibli turli minerallardan iborat qavatlar (zonalar)ning birin-ketin almashinishlari bilan bog'liq (masalan, limonit, xalsedon va malaxit, limonit bilan bilan sof tug'ma mis va boshqalar) dir. Alohida-alohida konsentrik qavatlar mineral tarkibida bo'lgan bunday farq o'shalarning oqiq-tommalarining o'sishi jarayonida oqib kelayotgan eritma tarkibining o'zgarishidan dalolat beradi.

Kolloid eritmalar – gellarning birmuncha osonlik bilan qayta kristallanishi yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi. Har xil mineral moddalarda bu protsess birdek davom etavermaydi, bu paydo bo'lgan kristallangan agregatlarning tuzilishida o'z aksini topadi. Masalan, limonit oqiq-tommolari tashqi qiyofasini butunlay saqlagan holda gyotit va gidrogematitning radial nur kabi tarqalgan va alohida-alohida konsentrik qavatlar yuzasiga tik joylashgan nozik tolalaridan iborat bo'lgan agregatga aylanadi. Boshqa mineral moddalar kristallanib radial-nur kabi joylashgan birmuncha dag'al-yirik agregatlarga aylanadi, shu bilan birga bularning singan joylarida konsentrik qavatlarining saqlanib qolgan chegaralarini ko'rsa bo'ladi. Bunda oqiq-tomma shakllarning tashqi silliq yuzasi buzilib, mayda kristallchalar (markazit) yonlari bilan qoplangandek bo'lib ko'rinadi.

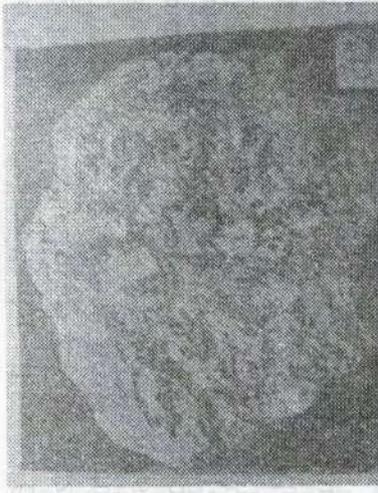
7. Tuproqsimon massalar nomidan ko'rinib turganidek yumshoq unga o'xshash jinslar bo'lib, ular tarkibida kristallangan biror jinslar borligini lupalar yordamida ham ajratish mumkin emas. Odatda ularni ruda va tog' jinslarning ko'proq kimyoviy nurashi natijasida yuzaga kelgan qobiqlar yoki uyumlar shaklida ko'ramiz. Bunday massalar rangiga qarab ba'zan qurumsimon (qora rangli jinslar) yoki oxrasimon (sariq va qo'ng'ir rangli qobiqlar bilan uyumlar) deb aytiladi.

Masalan, nikel, gidrosilikatlarining har xil rangli tuproqsimon mineral jinslari, marganets gidrooksidlarining qurumsimon jinslari, temir gidrooksidlaridan oxrasimon jinslari va nurash protsessining boshqa qoldiq mahsulotlar shular jumlasidandir.

8. Gardlar va surkamalar ba'zan kristall yuzalarini yupqa po'st kabi qoplashi va tarkibiga ko'ra xilma-xil moddalardan iborat bo'lishi mumkin. Masalan, ular qatoriga tog' xrustali, kristallari sirtidagi temir gidrooksidlarining qo'ng'ir rangli yupqa po'stlarini, mis konlari yon atrof jinslardagi surkab qo'yilganidek bo'lib topiladigan mis yashili bilan mis kukumi va boshqalari kiritish mumkin.

9. Mineral gullari deb, odatda rudalar, tog' jinslari, quruq tuproqlar yuzasida va darzlarda vaqt-vaqti bilan yuzaga kelib turadigan gardlardan iborat po'st va qobiqlarga yoki bir tekis tarqalmagan moxsimon va momiqsimon jinslarga aytiladi. Bular qandaydir tuzlardan, ko'proq oson eruvchan suvli sulfatlardan tashkil topadi. Yilning seryog'in fasllarida ular yo'q bo'lib, ob-havo quruq kelishi bilan esa yana qaytadan paydo bo'lib qoladi.

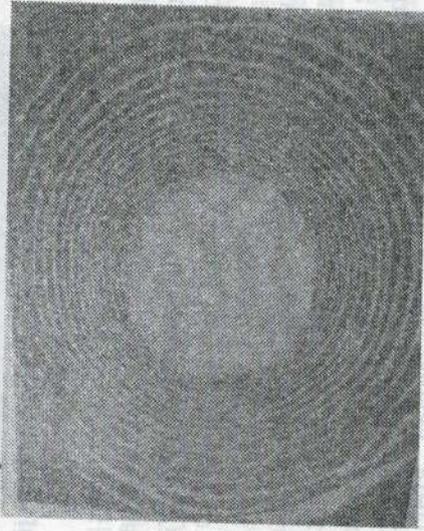
Tog' jinslari darzlari yuzasida dendrit shaklida (27-rasm) ko'proq uchraydigan marganets gidrooksidlarini ham shunday jinslar qatoriga kiritish kerak bo'ladi.



27-rasm. Marganets gidrooksidlarining o'zgartirilgan albitli jins yoriqlari yuzasidagi dendritsimon mahsulotlari

10. "Lizegang halqasi va spirali". Bu termin orqali qandaydir moddalarning gelli muhitda differensiyalanishi va vaqt-vaqti bilan cho'kishi natijasida yuzaga kelgan ma'lum bir ritm bilan birin-ketin almashinuvchi yo'l-yo'l bo'lib tuzilgan jinslar anglihliladi. Bu R.Lizegang hosil qilgan o'sha konsentrik xalqlar bilan spirallarga (28-rasm) juda ham o'xshab ketadi. R.Lizegang tajribasining mohiyati shundan iboratki, bunda  $K_2Cr_2O_7$  shimdirilgan jelatinadagi  $AgNO_3$  tomchisi atrofida, eritmaning diffuziyalanishi va reaksiyaga kirishi natijasida  $Ag_2Cr_2O_7$  mikroskopik kristallchalari yuzaga kelib, ular boshlang'ich davrda eritma bilan birga harakatlanadi va kattalasha borgan sari harakatlanish qobiliyatini yo'qotib jelatina kovakchalarida ushlanib qoladi, shuning uchun ham u vaqt-vaqti bilan konsentrik halqalar shaklida cho'kadi. Masalan, ba'zi bir agatlar bilan yashmalarda shunday struktura ko'rinadi. Juda o'xshash mahsulotlar mayda g'ovakli jinslarda nurash protsessiga yuzaga keladi. Masalan, temir gidrooksidlari bilan qo'ng'ir rangga bo'yalgan ohaktoshlardagi qumtoshlar va boshqa jinslardagi ritmik halqalar, yo'llar, giperbolalar shu jumladandir. Bu yerda moddalarning vaqt-vaqti bilan gellar

shaklida cho'kishi, balki zollardan dispers fazaning yoki elektrolitning kritik konsentratsiyasi paytida yuz bersa kerak. Agar shu paytning o'zida jinslarning suvda erishi yuz bersa, u holda tuzilishi konsentrik, po'choqsimon mahsulotlarga ega bo'lamiz, bunda zich geldan iborat yo'llar tuproqsimon yo'llar bilan birin-кетин almashinadi. Sflalerit va ankerit (49-rasm) yoki magnetit, kalsit va boshqalar kabi yo'l-yo'l bo'lib ritm bilan almashinadigan "burundiq rudalari" deb yuritiluvchi rudalar ham shunday jinslar qatoriga kirishi aniqdir. Bular ba'zi kon rudalarida uchraydi.



28-rasm. "Lizegang spirali"

Ba'zan shu halqa yoki spirallar o'rniga daraxt shaklli jinslar yuzaga keladi. Masalan, temir yoki marganets gidrooksidlarining opalda hosil bo'lishi ("moxsimon agatlar") shular qatoriga kiradi. Ularni jelatinali muhitda sun'iy ravishda ham hosil qilish mumkin.

**Minerallar paragenезisi**<sup>2</sup> "Minerallarning birga topilishi" deb tushunilgan bu termin 1849-yilda Breytgaup tomonidan geologik kitoblarga kiritilgan. Biroq bundan avval (1798-yilda) birinchi marta bu tushuncha "minerallar yondoshligi" nomi bilan rus olimi V.M. Severgin tomonidan taklif etilgan edi.

<sup>2</sup> Grekcha "para" -yaqinida, yonida;genesis -hosil bo'lishi, kelib chiqishi demakdir.

1923-yilda V.I. Vernadskiy bir mineral jismda bir qancha minerallarning birga topilishini "paragenезis" terminidan farqli ravishda "mineral assotsiatsiyasi" deb aytishni taklif etadi va mazkur terminga boshqa ma'no bergan edi.

U bu ta'limotning boshlanishi metall rudalari va kimmatbaho toshlar yo'ldoshini qidiruvchi qadimiy kon qazuvchilarning kuzatishlari bilan bog'liq ekanligini ta'kidlab o'tgan edi. "Ular o'zlari anglamagan holda birinchi bo'lib mineral assotsiatsiyalarini tekshirganlar". Masalan, galenitning (PbS) ko'pincha kumush bilan bog'liq bo'lib, odatda sfalerit (ZnS) bilan birga topilishi qadimdan ma'lum edi. Shuningdek oltinning kvarts bilan, kinovarning esa (HgS) - antimonit (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) bilan va h.k. bir assotsiatsiyada uchrashi konlarda keng tarqalgandir. Hozirgi vaqtda bu sohada juda ko'p empirik material to'plangan bo'lib, ular qidiruv-razvedka ishlarini olib borishda juda katta yordam beradi.

"Paragenезis" deb Vernadskiy "bir mineral yoki kimyoviy element uchun ma'lum bo'lgan hamma mineral assotsiatsiyalarini" ataydi va buning uchun o'sha mineral uchraydigan mineral jismdagi mavjud mineral assotsiatsiyalari bilan generatsiyalarini hisobga olishni taklif qilgan edi. (Yet qobig'idagi minerallarning tarixi, 19 t., 1923 y., 153-bet). Afsuski, Vernadskiy bu holni batafsil izohlab beruvchi konkret misollar keltirmaydi. Biroq u kitobning boshqa joyida "Minerallarning birga topilishi qonuniyatlarini - ularning paragenезisining tekshirish" zarurligini ko'rsatib o'tadi (o'sha kitob 11-bet). Bu vazifa shunday tushunchada mineralogiyada alohida diqqatga sazovor bo'lib qoladi.

Sovet davrida xilma-xil tog' jinslari bilan rudalarni batafsil tekshirishdan olingan mineralogiyaga oid juda boy materiallar shu sohada birmuncha chuqurroq tadqiqotlar olib borishga yo'l ochib berdi. Sovet olimlari mineral hosil qiluvchi protsesslarda fizik-kimyoviy sharoitlarga va eritmaning atrofidagi muhitga o'zaro ta'sir ko'rsatishiga bog'liq bo'lgan o'sha protsesslarning har qaysi taraqqiyot stadiyasida muayyan paragenetik

assotsiatsiyalar – shu mineral jismda birga hosil bo'lgan mineral gruppalarining yuzaga kelishini aniqladilar. Shunisi xarakterliki, har qaysi shunday gruppaga o'z mineralarining hosil bo'lish sharoitlarini to'la aks ettiradi. Bularni aniqroq tasavvur qilish uchun, quyidagi oddiy misol ustida to'xtab o'tamiz.

Ko'pincha birgina ruda bo'lagining o'zidagi birga topiladigan minerallar orasida kelib chiqishi va paydo bo'lish davriga ko'ra ikki yoki undan ortiq xilma-xil mineral gruppalarini ko'rish mumkin. Masalan, limonit va temirning qisman nuragan sulfidlari (masalan, pirit –  $\text{FeS}_2$  va xalkopirit –  $\text{CuFeS}_2$ ) bilan birga uchraydi. Biroq geologik ma'lumotlar sulfidlarning avval bir xil sharoitlarda, keyinroq esa temir gidrooksidlari va mis karbonatning mutlaqo boshqacha sharoitlarda (nurash sharoitlarda), faqat shular tarkibiga kiruvchi kimyoviy elementlar (temir va mis) manbaiga va tarqalgan joyiga ko'ra bir-biri bilan bog'liq ravishda yuzaga kelganligini ko'rsatadi. Demak, shu mineral assotsiatsiyasida paydo bo'lish sharoitlariga ko'ra ikkita har xil gruppaga minerallarga ega bo'lamiz.

Minerallar assotsiatsiyalarini tekshirishga shu jihatdan qaraganda, ilmiy jihatdan ham, amaliy jihatdan ham juda muhim ahamiyatga ega bo'lgan minerallar paragenetik assotsiatsiyalarining qonuniy ravishda davriy almashinishini ko'rish mumkin, bu minerallar hosil qiluvchi protsess taraqqiyoti tarixida fizik-kimyoviy sharoitlarning o'zgarishidan dalolat beradi. Sovet olimlari tomonidan tabiatda uchraydigan minerallarning xilma-xil tarzda birga topilishini geometrik usul bilan analiz qilish ishlab chiqilgan bo'lib, bu oddiy tekshirish usullari bilan ishlaganda tadqiqotchi nazaridan cheida qolib ketadigan hamma faktlar va detallarni ko'rishga imkon beradi.

Tipik paragenetik assotsiatsiyalarni bilish mineralogiyada aniqlash uchungina yordam berib qolmasdan, balki foydali qazilmalarni qidirishda ham katta yordam ko'rsatadi. Masalan, agar asos magnezziyaga boy magmatik jinslarda piritotin ( $\text{FeS}$ ) va xalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) kabi aniqlanishi birmuncha oson bo'lgan

minerallarni uchratsak, u holda uchinchi aniqlash qiyin, lekin sanoat uchun juda muhim nikelli mineral – pentlanditni qidirib ko'rishimiz shart, chunki u o'sha minerallar bilan birga vujudga kelgan mineral sifatida shunday jinslardagina topiladi.

Tabiatda juda xilma-xil minerallar paragenetik assotsiatsiyalari topilishini ko'rsatib o'tish lozim. Bu faqat kristallanayotgan eritmalarning boshlang'ich tarkibi yoki ular bilan reaksiyaga kirishuvchi tog' jinslarining tarkibi bilangina emas, balki harorat, bosim yoki minerallarning paydo bo'lishi, yoki qayta hosil bo'lishi yuz berayotgan yer qobig'i chuqurligi va boshqa faktorlar bilan ham bog'liqdir. Shu bilan birga bir xil minerallar tashqi faktorlar muayyan ahamiyatga ega bo'lgan hollardagina yuzaga kelishi mumkin, boshqa bir xil minerallar esa aksincha, mineral hosil qiluvchi har xil protsesslarda ham paydo bo'lishi mumkin. Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) bir xil paytlarda ko'l va lagunalaridagi namakombning ko'rish natijasida yuzaga kelgan bo'lib, xlorid va sulfat tuzlar bilan bir assotsiatsiyada uchraydi. Boshqa hollarda esa u tog' jinslarning nurash mahsuloti bo'lib (yog'ingarchilik kam bo'ladigan viloyatlarda), temir gidrooksidlari va gilsimon nurash mahsulotlari bilan bir assotsiatsiyada topiladi, shu bilan birga qazilgan konlarda u, chuqurlikka tushgan sari tez yo'qolgan. Bundan tashqari gipsning sulfatlar yaqinida (vulkan harakati yuz bergan tumanlarda ajralib chiqayotgan oltingugurtli bug'simon mahsulotlar) parchalangan va rangsizlangan lavalar bilan magmatik tog' jinslar orasida, darzlarda kristallangan holda uchrashi aniq bo'lib, bunda gips yon jinslardagi ohakli minerallar hisobiga va ular tarkibida sulfat kislotasi va h.k. bo'lgan issiq suvning ta'siri natijasida hosil bo'lishi mumkin.

Ko'pincha minerallar paragenetik assotsiatsiyalarining xilma-xilligi bir protsessga bog'liq holda birga yuzaga kelgan minerallarning shu gruppasi ustiga boshqa protsess tufayli kelib chiqqan mineral assotsiatsiyalarining paydo bo'lishi bilan ko'p hollarda yanada murakkablashib ketadi va shu tariqa birga yangidan hosil bo'lgan minerallar ko'pincha oldin vujudga

kelgan minerallar hisobiga qisman taraqqiy etadi. Shuning uchun bunday paytlarda minerallarning birgina paydo bo'lgan gruppalarini kelib chiqishiga qarab alohida-alohida hisobga olishga to'g'ri keladi, chunki har bir mineral hosil qiluvchi protsessning birga tipiladigan minerallari uchun xos o'z qonuniyatlari bo'lishi tabiiydir. Mineral hosil qiluvchi protsess ustiga yangi protsessning qo'shilishini mineral fazalar muvozanatining fizik-kimyoviy sharoitlarida o'zgartiriligidan dalolat beradi. Buning natijasida avval yuzaga kelgan minerallarning loaqal bir qismi yangi sharoitlarda barqaro bo'lib qol olmaydi va o'ziga yarasha o'zgarishlarga uchraydi yoki yangi minerallar bilan almashinadi.

Ayrim minerallardagi kimyoviy elementlarning o'ziga xos assotsiatsiyasiga kelsak, bu masala kristallangan jismlar uchun faqat kristallokimyo qonunlari asosida echiladi. Ma'lumki atom yoki ionlarning tuzilishi, ularning katta-kichikligi va xossalarga bog'liq bo'lgan kristall strukturada turli elementlarning birga uchrashga olib keladi. Bir atomning va atomlar gruppasining boshqalar bilan almashinishi ham ularning katta-kichikligi, ion birikmalarida esa bundan tashqari musbat va manfiy valentliklar muvozanati saqlanishidek shartning bajarilishiga bog'liq bo'ladi.

**Minerallarning tipomorf belgilari.** Ba'zan minerallarning qandaydir tipdagi kon yoki tog' jinslari uchun xos bo'lgan tipik kristall shakliga ega bo'lishi qadimdan odamlar e'tiborini jalb qilib kelgan. Masalan, bo'liqlarda ko'pincha kristallar holda kalsit ( $\text{CaSO}_3$ ) ba'zan konlardan o'ziga xos skalenoyedrik, yana boshqalarida — plastinkachasimon kristallar, to'rtinchi xil konlarda mayda nayzasimon kristallchalar shaklida uchraydi va h.k. Kristallar shaklidagi mana shu xilma-xillikni ularning paydo bo'lish haroratlari bilan bog'lash maqsadida urinib ko'rildi. Biroq umuman kristallarning morfologiyasi va katta-kichikligiga haroratdan ko'ra ko'proq shu eritmalaridagi komponentlar konsentratsiyasi, eritmalaridagi mavjud erigan aralashmalar bilan eritmalarining o'ta to'yinganlik darajasi ko'proq ta'sir ko'rsatishi aniqlanadi.

Hozirgi vaqtda minerallarning "tipomorf" belgilari qatorida faqat kristallarning shakliga emas, balki minerallarning umuman qanday bo'lsa ham tipik belgilari, masalan rangi, mineral rangi bo'lgan turli elementlar aralashmasi, qo'shaloq bo'lib o'sish tiplari va h.k. kiradi. Turli konlar uchun xos bo'lgan minerallarning bu belgilari o'sha minerallar kristallanib yuzaga kelgan eritmaning tarkibi, harorati, bosimi va mineral hosil bo'lishining boshqa sharoitlari bilan bog'liqligi shubhasizdir. Quyida bir necha misollar keltiramiz.

Yuqori haroratli pegmatitlar deb ataluvchi jinslarda uchraydigan kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ) tarkibida aralao'ma sifatida odatda niobiy, tantal, temir kabi boshqa metallarning ishtirok etishi (gidrotermal konlardagisidan farqli ravishda) aniqlangan edi. Shuning uchun qidirish ishlari paytida uning donalardagi qirrali editirilgan holda tekislik yoki soylardagi sochiluvchi yotqiziqlar orasida topilganida uning tarkibiy xossalarga qarab, manbaning qanday tipli kon ekanligi haqida taxminiy xulosaga kelishimiz mumkin.

"Alp tipidagi" deb aytiladigan temirlardagi yirik kvars kristallari boshqa konlarda uchraydigan kvarsdan farqli bo'lib qolgan holda kristall shaklining ba'zi xossalari muayyan minerallar paragenезisi va kristallarning ichida dofineysk qonuni bo'yicha qo'shaloq bo'lib o'sgan birmuncha yirik monokristall bloklari borligi bilan xarakterlanishi ham ma'lum bo'ldi.

Sof tug'ma uchun uning yer qobig'ining yuziga yaqin bo'lgan sharoitlari da, ya'ni birmuncha past bosim va haroratli sharoitlarda hosil bo'lgan konlardan topilganlarining kumushga boy bo'lishi (izomorf aralashma sifatida) xarakterlidir. Kumushli oltin (elektrum) fizik xususiyatlari — birmuncha kichik solishtirma og'irlikka ega va och-sariq rangli bo'lishi bilan ham rasmiy sof tug'ma oltindan farq qiladi. Bu bilan bir paragenезisda ko'pincha kumushning oltinugurtli (sulfid) birikmalari. Argentit ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), ( $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ) va boshqalar uchraydi.

Kelib chiqish sharoitlarining murakkabligi bilan xarakterlanadigan juda ko'p ruda konlari uchun ana shu belgilar

nihoyatda xilma-xil bo'lib ko'rinadi, bu esa ishonchli xulosalarga kelish maqsadida haqiqiy qonuniyatlarni belgilash uchun juda batafsil tekshirishlar o'tkazishni talab etadi. Bu shu bilan birga, mineral konlarini o'rganishga yordam beradigan o'sha belgilarga qiziqishning e'tiborga olishni talab qiladi.

## 2. Mineral hosil qiluvchi geologik protsesslar

Qandaydir minerallar kompleksining genezisi (kelib chiqishi) sharoitlarini bilish uchun faqat ularning qanday yo'l bilan paydo bo'lganligini aniqlashgina emas, balki uni yer qobig'ida sodir bo'lib xilma-xil tog' jinslari va rudalar hosil bo'lishga olib keluvchi geologik protsesslar bilan taqqoslab ko'rish ham muhimdir. Bu masalalar maxsus petrografiya va foydali qazilma konlari haqidagi kurslarda batafsil yoritiladi. Bu yerda shu masala yuzasidan faqat umumiy tushunchalarina beriladi, chunki ular keyinchalik har bir mineralni ta'riflashda kerak bo'ladi.

Biror geologik protsesslar natijasida hosil bo'lgan barcha minerallar masalalarini qanday energiya yuzaga keltirganligiga qarab, quyidagicha ikkita asosiy genetik gruppaga bo'linadi:

1) endogen (ichida tuzilgan) yer sharining ichki issiqlik energiyasi hisobiga yuzaga kelgan protsesslar davomida hosil bo'lgan minerallar; shu protsesslar natijasida hosil bo'lgan minerallar magmatik (keng ma'noda) faoliyat mahsulotlardir; tog' jinslar bilan foydali qazilma konlari magmaning va undan ajralib chiqqan turli qoldiqning kristallanishi natijasida paydo bo'ladi; mineral hosil qiluvchi protsesslar har xil chuqurliklarda va turli, odatda yuqori haroratlarda sodir bo'ladi;

2) ekzogen (tashqarida tug'ilgan), yer shari yuzasidagi tashqi quyosh energiyasi hisobiga sodir bo'lib turadigan protsesslar davomida hosil bo'lgan minerallar; yer yuzasiga chiqib qolgan va nurab borayotgan, turlicha yo'llar bilan rudalar shu minerallarni bo'lgan xilma-xil tog' jinslari bilan rudalar shu minerallarni hosil qiluvchi moddalar manbai bo'ladi; mineral hosil qiluvchi protsesslar yer qobig'ining eng ustki qismida, past harorat va

atmosfera bosimiga yaqin bosim ta'sirida, gidrosfera va atmosfera biosferadagi fizik ham kimyoviy agentlarning o'zaro ta'siri sharoitlarida taraqqiy etadi.

Yendogen, shuningdek ekzogen mineral massalar ham paydo bo'lganlaridan keyin tashqi sharoitning o'zgarishi bilan turli almashinishlarga duchor bo'ladi (metamorfizm). Mineral massalar tarkibi va tuzilishidagi ayniqsa kuchli o'zgarishlar, tog' jinslari va ular bilan bog'liq bo'lgan turli konlar tektonik buzilishlar natijasida avval hosil bo'lgan joylaridan qo'zg'alib yer qobig'ining birmuncha chuqur zonalariga tushib qolgan paytlari da, ya'ni regional metamorfizm deb aytiladigan protsesslar vaqtida yuz beradi. Chuqurlik metamorfizmining shu protsesslari birmuncha yuqori harorat va bosim ta'sirida sodir bo'lib, er qobig'ida keng tarqalgandir.

## Mineral hosil qiluvchi endogen protsesslar

Mineral hosil qiluvchi endogen protsesslar haqidagi bilimlarimiz yer qobig'ining ichki qismlarida joylashgan magmatik ochaglar faoliyati haqidagi tushunchalarimizga asoslanadi. Bunday protsesslar biz kuzata olmaydigan darajada katta chuqurliklarda sodir bo'ladi. Bu chuqurlik protsesslari haqida mulohazalar yuritish uchun imkon beradigan ba'zi bir ma'lumotlarni faqat vulkanlar yer yuziga chiqib turgan tumanlardan olishimiz mumkin. Boshqacha hollarda turli magmatik jinslarning va ular bilan joylanishi bog'liq bo'lgan foydali qazilma konlarning o'zaro munosabatlarini, ularning tarkibi, strukturasini va joylashish sharoitlarini tekshirishdan olingan ma'lumotlar hamda mineral hosil qiluvchi endogen protsesslarga xos qonuniyatlar haqida (fizik-kimyoviy qonunlarga muvofiq) ba'zi tushunchalarni olishga imkon beradi.

Bu tushunchalarga muvofiq magmalar, tarkibiga ko'ra silikatli qaynoq - erib turgan hamirsimon qotishma bo'lib, ular tarkibida yengil-uchuvchan moddalar ham ishtirok etadi.

Magnit ko'pchiligi ma'lum vositalar natijasida yer yuziga chiqmasdan, yer qobig'ining ustki qismlariga ko'tarilib

kelayotgan paytlarda ular katta bosim ostida asta-sekinlik bilan soviydi va differensiyalanish yuz berib, u tarkibiy qismlarga ajraladi magmaning mahsulotlari uning kristallanishi natijasida xilma-xil magmatik silikatli jinslarni hosil qiladi. Shu bilan birga magmaning tarkibida juda oz miqdorda uchraydigan og'ir metallar (Sn, W, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Cu va h.k.) yengil uchuvchi komponentlar ( $H_2O$ , S, F, Cl, B va h.k.) bilan yengil eruvchan birikmalar hosil qiladi va magma kristallana borgan sari ular magmatik ochaglarning ustki qismlarida to'plana boradi. Ba'zan ularning yordamida qoldiq silikat eritmalar hosil bo'lib, ularning kristallanishidan pegmatitlar deb ataluvchi tarkibida F, B, Be, Li, Zr, ba'zan esa minerallarda siyrak yer va boshqa elementlar ishtirok etuvchi jinslar yuzaga keladi. Boshqa bir hollarda esa ular gazsimon mahsulotlar shaklida magmatik ochaglardan uzoqlashib, yon atrof jinslar bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishadi va ularga o'zining kuchli kontakt ta'sirini ko'rsatadi. Nihoyat suvli eritmalar – gidroterm sifatida darzlar bo'ylab magmatik massivlarning ustki tomoniga ko'tariladi va ko'pincha metall foydali qazilmalarga boy bo'lgan konlarni hosil qiladi.

Ayrim og'ir metallargina magmada saqlanib qoladi va uning differensiyalanish protsessida magmatik massivlarning ichidagi ba'zi tog' jinslarda to'planadi.

Magma yer yuzasiga chiqib lava shaklida qo'yilgan paytlarda undan ajralib chiqqan yengil-uchuvchan komponentlar atmosferaga ko'tariladi.

Magmatik siklning yuqorida ko'rsatib o'tilganidek tartib bilan birin-ketin taraqqiy etishiga qarab mineral hosil qiluvchi endogen protsesslar quyidagi etaplarga bo'linadi: 1) magmatik (tub ma'nosi), 2) pegmatit va 3) pnevmatolit – gidrotermal.

**1. Magmatik protsesslar** geologik davrlarning hammasida sodir bo'lgan va katta-katta magmatik tog' jins massalarni hosil bo'lishga olib kelgan edi.

Bu jinslar hosil bo'lish sharoitlariga ko'ra avvalo ikkita asosiy gruppaga bo'linadi: a) effuziv (ekstruziv), ya'ni lavalar

shaklida yer yuziga qo'yilgan yoki yer yuziga juda yaqin joylarda tashqi bosim past bo'lgan sharoitlarda tez qotib qolgan jinslar va b) intruziv, juda yuqori bosim ta'siri ostida chuqurliklarga katta-katta qo'ziqorinsimon, qatlamsimon va noto'g'ri massivlar shaklida qotib qolgan jinslardir. Effuziv jinslar tez sovish natijasida to'liq kristallanib ulgurmaydi va shuning uchun ham ularning ichida ma'lum miqdorda vulkan shishasi va ko'pincha juda ko'p dum-dumaloq bo'shliqlari (ko'pik lavada) bo'lib, ular tashqi bosimning keskin kamayib ketganligi natijasida gazsimon mahsulotlar ajralib chiqqanligidan dalolat beradi. Intruziv jinslar, aksincha, to'liq kristallangan jinslardan iborat bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, magmalarning differensiyasi kimyoviy va mineral tarkibi hamda solishtirma og'irligi ko'ra xilma-xil tog' jinslarining hosil bo'lishiga olib keladi. Tarkibidagi kremnezem va boshqa komponentlari miqdoriga qarab magmatik jinslar orasida quyidagilar ajratiladi:

a) o'ta asos, MgO va FeO ga boy, lekin  $SiO_2$  juda kam (<45%) jinslar: dunitlar, intruziv komplekslardagi piroksenitlar va effuziv komplekslardagi pikritlar;

b) asos,  $SiO_2$  ga boyroq (45-55%) va  $Al_2O_3$  va CaO ga boy, lekin MgO, FeO kamroq bo'lgan jinslar intruziv komplekslardagi gabbrolar, noritlar va effuziv komplekslardagi bazaltlar va diabazlar;

v) tarkibidagi  $SiO_2$  miqdoriga ko'ru (55-65%) o'rtacha nordon, CaO juda oz, lekin ishqorlarga boyroq bo'lgan jinslar: intruziv komplekslardagi dioritlar, kvarsli dioritlar effuziv komplekslardagi porfirtilar andezitlar;

g) nordon,  $SiO_2$  ga boy (>65%), lekin ishqorlarga yanada boyroq va avvalgilarga qaraganda tarkibida CaO, FeO, MgO ancha kam bo'lgan jinslar: intruzivlardagi granodioritlar, granitlar va boshqa jinslar; effuziv komplekslardagi liparitlar, kvarsli porfirtilar va h.k.

Intruziv jinslarning ko'pchiligining tarkibidagi elementlar turli oksidlar shaklida tasvir etilgan. O'ta asos, asos o'rtacha

nordon va nordon intruziv tog' jinslari tarkibining qanday o'zgarishi shu diagrammada yaqqol ko'rinib turibdi.

Granitlar, shuningdek fonolitlar, leysitofirlar va boshqa effuziv komplekslarga qaraganda  $Al_2O_3$  va ishqorlarga ancha boyroq bo'lgan kvarsli yo'q nefelinli siyentitlar ( $SiO_2$  55% ga yaqin) bulardan boshqacharoq o'rin tutadi.

Magmatik differensiyalanishi ancha mukammal bo'lgan bir qator intruziv massivlarda nordon jinslar uning yuqori qismida, solishtirma og'irligi katta bo'lgan asos va o'ta asos jinslar esa quyi qismlarida, ya'ni massivlarning ostki chegarasi yaqinida joylashadilar.

Magmatik yo'l bilan paydo bo'lgan ruda konlari faqat ultra asos va asos magmatik intruziv jinslarda topiladi. Bular qatoriga Cr, Pt va platina gruppasidagi boshqa metallar, shuningdek Cu, Ni, Co, Fe, Ti va boshqa metall konlari kiradi.

Ishqorlarga boy intruziv jinslarda (nefelinli siyentitlarda) siyrak yer elementlari – niobiy, tantal, titan, sirkonit konlari va metallmas foydali qazilmalar – fosfor (apatit), glinozem xom ashyosi (nefelin v. k. uchraydi).

**2. Pegmatitlar hosil qiluvchi protsesslar** magmatik massivlarning ustki chekka qismlarida va shu massivlar juda katta chuqurliklarda (Yer yuzidan bir necha kilometr pastda) avval kristallangan jinslar bilan reaksiyaga kirisha oladigan yengil-uchuvchan komponentlarning magmada erigan holatda saqlanib qolishiga yordam beruvchi tashqi yuqori bosim sharoitlarida sodir bo'ladi.

Pegmatitlar geologik jism sifatida<sup>1</sup> juda yirik kristallangan mineral agregatlari bilan xarakterlanadigan tomirlar yoki noto'g'ri shaklli uyumlar, ba'zan shtoklar bo'lib topiladi. Tomirsimon jinslarning qalimligi ko'pincha bir necha metr gacha etadi, uzunligi esa o'nlab, kamroq yuzlab metr gacha kuzatiladi.

<sup>1</sup> Pegmatit haqidagi bunday tushunchani mutlaqo strukturaga oid bo'lgan bir-biri bilan qonuniy, shu bilan birga muayyan miqdoriy nisbatlarda bo'lib o'sishgan ("yozuvli granit", "yaxudiy toshi") "pegmatit" termini bilan almashtirib yuborish yaramaydi... Bu kabi jinslar asosan granit pegmatitlarda keng tarqalgan.

Ko'p hollarda pegmatit jinslar ona intruziv jinslarning orasida, ba'zan esa tomirsimon jinslar bo'lib intruziv massivlari atrofida jinslar orasida yotadi.

Pegmatitlar juda xilma-xil tarkibli o'ta asos jinslardan boshlab, to nordon jinslargacha bo'lgan intruziv jinslar orasida uchrashini ko'rsatib o'tish lozim. Lekin pegmatitlar nordon va ishqor jinslarda ko'proq tarqalgan bo'ladi. Asos jins pegmatitlari amaliy ahamiyatga ega emas.

Pegmatitlar tarkibiga ko'ra ona jinslardan uncha ko'p farq qilmaydi – ularning ko'pchiligi ham o'sha jins tashkil etuvchi minerallardan iborat. Faqat ikkinchi darajali (miqdoriga ko'ra) minerallar; tarkibida qimmatli nodir kimyoviy elementlari bo'lganligi uchun tarkibiga ko'ra muhim farq qiladi; ko'pincha tarkibida yengil-uchuvchan komponentlari bor minerallar bilan bir assotsiatsiyada topiladi. Bu pegmatitlarning hamma tipida emas, albatta. Masalan, granit pegmatitlarda asosiy jins hosil qiluvchi minerallarga (dala shpatlari, kvars, slyudalarga) qo'shimcha sifatida flor va bor birikmalari (topaz, turmalin), berilliy minerallari (berill), litiy mnerallari (litiyli slyuda), ba'zan siyrak yer elementlari, niobiy, tantal, qalay, volfrum va boshqa elementlar minerallari shular qatoriga kiradi.

Juda ko'p pegmatit jinslarda zonal (yo'1-yo'1) tuzilish bilan birga undagi minerallarning birmuncha qonuniy ravishda uchrashi kuzatiladi. Masalan, Uraldagi Murzinka rayoni pegmatitlarida (51-rasm) granitlar bilan kontakt tomonidagi tashqi zona och rangli mayda donador jinslardan (aplitidan) tashkil topgan. Tomirning markazga yaqin qismida ular "yozuvli granit" (bir-biri bilan qonuniy o'sishgan kvars va dala shpatlari) zonasi bilan almashinadi. Bundan keyin dala shpatlari bilan kvarsning yirik kristallangan massalaridan iborat zona keladi. Pegmatit tomirlarning markaz qismida bo'shliqlari ("zanorishi" uyalar) bo'lib, ularning devorlari tog' xrustali, topaz va boshqa qimmat baho toshlarning to'g'ri tuzilgan yirik kristallari druzalari bilan qoplangan bo'ladi.

Pegmatitlar intruzivning yon atrofidagi, ayniqsa ishqorlarga (MgO, CaO) boy jinslarga qarab borgan paytlarda, ularning mineral tarkibi ona jinslar ichida yotgan pegmatitlar tarkibidan ancha farq qiladi. Minerallar paragenезisi bunday paytlarda yon jinslar bilan eritmalarning o'zaro ta'siri natijasida yuz beradigan reaksiyalarning aktiv bo'lishidan dalolat beradi. Minerallarning shunday assotsiatsiyalari borki, ularning tarkibida faqat magmaga xos elementlarga (Si, Al, ishqor va boshqa elementlar) emas, balki yon jinslar elementlari (MgO va CaO) ham ishtirok etadi. Yon jinslarining o'zi ham pegmatitlar bilan bo'lgan kontaktda butunlay o'zgarib ketadi. Pegmatitlarning bunday turi A.Y.Fersman klassifikatsiyasi bo'yicha "chalkash chiziqli" pegmatitlar qatoriga kiradi va yuqorida ko'rib o'tilgan "toza chiziqli pegmatitlardan" farq qiladi.

Pegmatitlarning paydo bo'lishi masalasini butunlay hal qilingan deb bo'ladi. A.Y.Fersman ularni yengil uchuvchan birikmalar bilan boyigan erib turgan qoldiq qotishmaning kristallanish mahsuloti deb qaragan edi. Keyingi vaqtlarda A.N.Zavaritskiy fizik-kimyoviy mulohazalarga asosan minerallarning yirik kristallari, magmalarning kristallanishi protsessida hosil bo'lib, magmatik qoldiqda to'planayotgan gazlar ta'sirida ona jinslarning qayta kristallanishi yo'li bilan yuzaga kelishi mumkin ekanligini ko'rsatadi. Biroq pegmatitlar bunday hollarda haqiqiy magmatik protsessining oxirlarida hosil bo'lib, chuqurlik magmatik jinslari bilan gidrotermal ruda konlari orasidagi oraliq o'rinni egallaydi.

**3. Pnevmatolit – gidrotermal protsesslar** aslini olganda haqiqatan ham so'nggi magmatik, ya'ni chuqurlik massivida magmaning asosiy kristallanish protsessi tugaganidan so'ng sodir bo'ladigan protsesslardir.

Pnevmatoliz (grekcha "pnevma" – gaz demakdir) hodisasi yengil uchuvchan komponentlar bilan to'yingan qaynoq erib turgan qotishmalarning pasaygan tashqi bosim sharoitlarida kristallanishi sababli yuz berishi mumkin. Buning natijasida ma'lum paytda katta ichki bosim ta'sirida qaynash sodir bo'lib,

avval ajralib chiqqan minerallari bo'lgan qoldiq suyuqlik gazga aylanadi va moddalar dissilyasiyasi (tabiiy haydaliishi) yuz beradi. Bu xil protsesslar magma juda katta yoki o'rtacha chuqurliklarda qotgandagina sodir bo'ladi.

Bunday vaqtlarda yengil-uchuvchan birikmalar yon jinslar tomon harakat qilib, ularga kimyoviy ta'sir ko'rsatadi va kontakt metamorfizmi deb yuritiluvchi protsessi yuzaga keltiradi. Shuning bilan birga eritma singib boralagan yon jinslarda (yuqori qismida) kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Metamorfizm darajasi va yuzaga kelgan mahsulotlarning tarkibi haroratdan ko'ra, ko'proq eritmaning kimyoviy aktivligiga va u bilan reaksiyaga kirishadigan jinslarning tarkibiga bog'liq bo'ladi. Kuzatishlardan ma'lum bo'lishicha, magmatik jinslar bilan kontaktdagi jinslar orasida eng ko'p intensiv o'zgarishlar ohaktoshlar va boshqa orqali jinslarda yuz beradi. Bunday paytlarda reaksiyalar natijasida metasomatoz deb ataluvchi kimyoviy almashinishlar yo'li bilan asosan Ca, Fe, Al va boshqa elementlarning silikatlaridan tarkib topgan skarnlar hosil bo'ladi. Bularning paydo bo'lishi uchun asosiy manba bo'lib yon jinslar (ohaktoshlar, dolomitlar va boshqalar) bilan magmaning tarkibiy qismlari ishtirok qilganligi ularning kimyoviy tarkibidan ko'rinib turibdi. Olimlarimizning (A.N.Zavaritskiy va D.S.Korjinskiy) ko'rsatishlaricha, bir vaqtning o'zida shu protsessning boshlanish davrigacha qotib bo'lgan intruziv jinslarda ham kontakt bo'ylab o'zgarishlarning yuz berishi xarakterlidir. Shu bilan birga magmatik jins minerallari karbonat qatlamlardagi elementlardan (Sa, Mg) kelib qo'shilganligini ko'rsatib turuvchi tarkibi yangidan hosil bo'lgan jinslar bilan almashinadi. Skarnlar bilan bog'liq ravishda ko'pincha yirik temir (Janubiy Uralda Magnit tog'i) konlari, ba'zan volfram, molibden va ba'zan bir boshqa metallar konlari hosil bo'ladi.

Magma yer yuziga o'tilib chiqqanda juda ko'p miqdorda yengil-uchuvchan birikmalarga atmosfera ga ko'tariladi. Biroq ko'tib qolgan lavaning darzarida, vulkan kraterlari devorlarida va yon atrofidagi boshqa jinslarda ko'pincha o'sha chiqayotgan

mahsulotlardan tashkil topgan (sublimatsiya) sof tug'ma oltingugurt, nashatir (novshadil), bor minerallari kabi minerallarni ko'rish mumkin. Metasomatik reaksiyalar ham sodir bo'lishi mumkin, lekin ular yuqoridagiga qaraganda ancha kuchsiz bo'ladi<sup>1</sup>.

Gidrotermal protsesslar chuqurlik sharoitlarda ustki jinslar bilan magmatik jinslar kontaktidan birmuncha uzoqda taraqqiy etadi. Qoldiq bug'simon eritmalar magmaning ko'tarilishi natijasida magmatik ochaglar ustida yotgan jinslarda yuzaga kelgan darzliklar sistemasi bo'yicha harakat qilib asta-sekin soviydi, suyuladi va keyinchalik issiq suvli eritma - gidrotermallarga aylanadi.

Gidrotermal protsesslarning namoyon bo'lishi uchun eng qulay sharoitlar kichik va o'rtacha chuqurliklarda (er yuzidan 3-5 km gacha bo'lgan chuqurlikda) yaratiladi. Gidrotermal jinslarning ko'pchiligi joylashgan o'rin va genezisi jio'atdan nordon intruziv jinslar (granitlar, granodioritlar va boshqa jinslar) bilan bog'liqdir. Eritmalarning sirkulyasiya doirasi magmatik ochaglarning ustki qismlaridan boshlanib ba'zan yer yuzigacha etadi. Yaqin o'tmishda vulkanizm ro'y bergan tumanlarda issiq suvli mineral buloqlar hozirgacha chiqib turadi va kremniyli cho'kindilar bilan birga ancha ko'p miqdorda Hg, Sb, As, Pb, Cu va boshqa elementlarning oltingugurtli birikmalari yotqiziladi (Nevadada Stimbots-Springs, Kaliforniyada Silfor-Benk va boshqalar).

Gidrotermal eritmalar magmatik ochaglardan yer yuzi tomon uzoqlasha borgan sari sekin-asta kislorod bilan boyib boruvchi muhitga duch keladi; bunda shunga mos ravishda tashqi bosim pasayadi; harorat tahminan 400° dan bir necha o'n gradusgacha kamayadi. Bu faktorlar tabiiyki, kimyoviy reaksiyalarning borishiga va gidrotermal jinslarning mineral tarkibiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Minerallar biror assotsiatsiyalarining ko'proq

<sup>1</sup> Mineral hosil qiluvchi shu protsesslarning xammasini pnevmatolitik protsessning o'zi deb bo'lmaydi albatta, chunki ular juda past tashqi bosim sharoitlarida yuz beradi.

bo'lishiga qarab minerallar yuqori, - o'rtacha - va past haroratli mahsulotlarga shartli ravishda bo'linadi. Bu yuqori haroratli jinslar orasida past harorat kristallanadigan mineral assotsiatsiyalarining uchrashi mumkin emas degan ma'noni bildirmaydi, albatta. Hattoki pegmatitlar bilan kontakt - metamorfik jinslarda ham doimo past haroratda gidrotermal yo'l bilan hosil bo'lgan minerallar uchraydi. Ular esa o'sha yuqori haroratda boshlangan mineral hosil qiluvchi protsessning so'ngi stadiyalari haqidagi guvohlik beradi.

Gidrotermal eritmalar balki juda uzoq vaqtlar - magmatik ochagning butun harakat davri davomida paydo bo'ladi. Bir butun rudali regionni hosil qiluvchi xilma-xil konlarning bir-biriga rudali regionni hosil qiluvchi xilma-xil konlarning bir-biriga bo'lgan munobatlarini tekshirishdan to'plangan ma'lumotlarning analiziga asosanib S.S.Smimov, rudali eritmalar darz-yoriqlar hosil qiluvchi protsesslarning bir necha bor takrorlanishi bilan bog'liq ravishda o'xtin-o'xtin harakat qiladi, degan xulosaga keladi. Avvalgi mineralanish stadiyalaridagi keyingi mineralanish stadiyasi belgilarining uchrashi shundan dalolat beradi.

Mineral jismlarning shakli ular to'ldirayotgan bo'liq qiyofasi bilan qisman eritmalar sirkulyasiya qilayotgan tog' jinslar tarkibiga bog'liq. Agar dara-yoriqlarni gidrotermal eritma to'ldirsa, uzilib-uzilib yotuvchi tomirlar hosil bo'ladi, ularning ildizi ba'zan magmatik massivlarning ustki qismida yotadi. Mayda kovak va bo'shliqlarni to'ldirgan paytda xol-xol bo'lib joylashgan minerallar paydo bo'ladi. Eritma o'z yo'lida osonlikcha kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi jinslar (masalan, ohaktoshlar) bilan to'qish kelsa, u holda ko'pincha noto'g'ri shakllarda bshlib topiladigan metasomatik uyumlar yuzaga keladi. Agar eritmalar ken ochiq bo'shliqqa to'satdan tushib qolsa, u holda bosimning keskin pasayib ketishi natijasida erituvchi (suv) juda ko'p bug'lanib, buning natijasida eritma boshlang'ich davrda o'ta to'yinadi va undan kolloid massalar cho'kadi. Haqiqatdan ham metakolloid hosil bo'lish belgilari

temir devorlarida ayniqsa shu protsesslar uncha chuqur bo'lmagan intruzivlar bilan bog'liq ravishda yuz bergan paytlarda tez-tez uchrab turadi. Devorlari xilma-xil kristallar drezalari bilan qoplangan bo'shliqlar ham keng tarqalgan.

Gidrotermal konlarning mineral tarkibi juda ham turlicha bo'ladi. Tomirlar juda ko'p paytlarda kvars massasidan iborat bo'lib, har xil minerallarni, hammadan ko'proq metallar sulfidllari uyumlarini o'z ichiga oladi. Nodir metallar (W, Mo, Sn, Bi, Sb, As, Hg qisman Ni, Co), rangli metallar (Cu, Pb, Zn asl metallarning) (Au bilan Ag) asosiy massasini, shuningdek radioaktiv metallarning (U, Ra, Th) g'am shu gidrotermal konlardan qazib olinishini ko'rsatib o'tish lozim.

#### Mineral hosil qiluvchi ekzogen protsesslar

Qo'yosh energiyasi hisobiga yer yuzasida mineral hosil qiluvchi protsesslarni endogen protsesslarga qaraganda birmuncha ko'proq kuzata olamiz.

Ma'lum quruqlikda atmosfera agentlari (havodagi kislorod, karbonat kislotasi, suv) bilan mikroorganizmlarning hayotiy faoliyati ta'sirida nurash protsessi degan umumiy nom bilan ataluvchi kuchli kimyoviy protsess yuz beradi. Bu endogen protsesslar natijasida hosil bo'lgan mineral va jinslarning hammasini fizik va kimyoviy jihatdan nurab ketishga va ayni bir vaqtda yer yuzida bunyodga kelgan yangi sharoitlarda barqaror bo'lgan yangi mahsulotlarning hosil bo'lishiga olib keladi.

Shu mahsulotlarning bir qismi yer yuzidagi oqin suvlar bilan erigan holda yoki mayda zarrachalar holatida olib keltiriladi va yo'l-yo'lakay suvning tezligi sekinlashgan joylarda-soylarda, ko'l va dengiz havzalarida ular yotqiziladi. Bu yerda ham o'ziga xos mineral hosil qiluvchi protsesslar yuz beradi va uning natijasida cho'kindilar suv havzalari tubiga qatlamlar shaklida cho'kadi. Bunga cho'kindilar hosil qiluvchi protsess deb aytiladi.

**1. Nurash protsesslari** avvalo tog' jinslari va rudalarning harorati o'zgarishi natijasida sodir bo'ladigan mexanik parchalanishda o'z aksini topadi, bu jins tashkil etuvchi kengash

koeffitsiyenti turlicha bo'lgan minerallarni darzlar va kovaklarda muzlab qolgan suv va boshqa faktorlar ta'sirida ajralib ketishga olib keladi. Biroq nurab borayotgan minerallarning tarkibida erigan holda kislorod, karbonat kislotasi ham boshqa gazlari bo'lgan yomg'ir va yer yuzasidagi suvlar ta'siri ostida kimyoviy parchalanishi yanada muhimroqdir. Shunga ko'ra bu suvlar ancha kuchli oksidlantirish va qaytarish qobiliyatiga ega bo'ladi. Grunt suvlari sathigacha singib tushib borayotgan bu suvlar tarkibidagi kislorod sodir bo'layotgan oksidlanish, gidratlanish va karbonatlanish protsesslari sababli sekin-asta yo'qola boradi.

Yuzaga kelgan erituvchi birikmalar jins va ba'zi minerallarni yuvib ketibkovaklar, ba'zan katta bo'shliqlar (karst-g'or) hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu bo'shliqlarning devorlari ko'pincha kolloidal oqiq-quyilma jinslar yoki qandaydir ekzogen minerallar kristallaridan iborat cho'tkalar yoki nihoyat, tuproqdek oxrasimon mahsulotlar bilan qoplangan bo'lishi mumkin. Birmuncha osonroq eruvchan jinslar ko'p yuvilib ketgan joylarida, katta-katta g'orlarda (gips bilan ohaktosh qatlamlarida) ularning yuqori qismidagi tuproqning cho'kkanligi, ba'zan esa o'pirilishidan hosil bo'lgan voronkalar ko'rinadi.

Yerning ustida o'sayotgan o'simlik qoplami shu bilan birga har xil organik moddal ham eritmaga o'tib, jins va rudalarning kimyoviy parchalanish protsessini ancha tezlashtiradi.

Kimyoviy barqaror minerallar (kvars, oltin, platina va boshqa minerallar), shuningdek yangidan hosil bo'lgan qiyin eruvchan minerallar yer yuzida qoldiq mahsulotlar orasida to'planib boradi va har xil och-to'q rangli, ko'proq temir gidrooksidlari va qo'ng'ir rangga bo'yalgan gilisimon massalar ko'rinishida uchraydi.

Shunday yo'l bilan yer yuzida yoki shunga yaqin joylarda to'planib borayotgan erimaydigan kimyoviy nurash mahsulotlari, ko'proq gidrooksidlar uyumlaridan iborat qoldiq konlarini hosil qiladi. Masalan, gil, kaolin, boksit, temir, nikel va boshqa

tarkibiga ko'ra shularga mos keladigan, ba'zan ancha katta maydonlarni egallagan tog' jinslarning kuchli parchalanishi natijasida paydo bo'ladigan rudalarning ko'pgina konlari shular jumlasiga kiradi.

Kimyoviy nurash qandaydir foydali qazilma koni ustida ro'y bera yuzaga kelgan qoldiq mahsulot shlyapalar (qoplam) deb aytiladi (temir, marganets, gips va boshqalar shlyapalari). Bu shlyapalarda qolgan foydali qazilmaning ayrim komponentlarining miqdori yuvilish hisobiga ko'ra birlamchi parchalanmagan rudalarga, ya'ni grunt suvi sathidan pastda yotgan rudalarga qaraganda ancha ortiq bo'lib qoladi. Ba'zi yuvilib ketadigan metallar, ayniqsa mis, shuningdek rux, kumush va boshqalar suvli eritma sifatida oksidlanish zonasini pastki qismlariga, ya'ni grunt suvi sathiga siljib borib birlamchi rudalar yoki kimyoviy aktiv yon jinslar (obaktoshlar) bilan reaksiyaga kirishini ko'rsatib o'tish kerak. Mis sulfid konlarida shunday paytlarda ikkilamchi sulfidli boyish zonasi hosil bo'lib, zona rudalaridagi mis miqdori ancha ortadi.

Kimyoviy nurash protsesslarida iqlimiy faktorlar (yillik o'rtacha harorat va yog'ingarchilik miqdori) katta rol o'ynaydi. Namgarchilik kam va yillik o'rtacha harorat yuqori bo'lgan paytlarda oksidlanish va kimyoviy birikmalarning to'planishi birmuncha tezroq boradi. Bunda o'sha joyning reliefi ham katta ahamiyatga egadir. Tog'li viloyatlarda yerozion faoliyat kuchli bo'lganligi uchun kimyoviy nurash mahsulotlari to'planib ulgurmay yuvilib ketadi. Reliefi past bo'lgan tumanlarda butunlay boshqacha holni ko'ramiz.

Nurash protsessida yuzaga kelgan konlarning shakli odatda unchalik to'g'ri bo'lmagan uyasimon yoki qatlamsimon uyumlardan iborat bo'lib, yerning yuzasiga birmuncha parallel ravishda yotadi. Katta-yoriqlar, maydalanganda jinslar zonasi bo'ylab hamda fizik va kimyoviy xususiyatlari turlicha bo'lgan jinslar kontakti bo'ylab, ya'ni yer yuzi nurash agentlari chuqurroqqacha bora oladigan o'sha joylarida tik joylashgan,

chuqurlasha borgan sari ingichkalanib yo'q bo'lib ketadigan ruda mahsulotlari uyumi yuzaga kelishi mumkin.

**2. Cho'kindi hosil qiluvchi protsesslar** suvli muhitlarda: daryo, ko'l va dengizlarda yuzaga keladi. Dengiz havzalarida shu protsesslar hamma geologik davrlarda ham juda qalin cho'kindi jins qatlamlarining yuzaga kelishiga sabab bo'lgan. Bular mexanik va kimyoviy cho'kindilarga bo'linadi.

Mexanik cho'kindilar nurash mahsulotlarining yuvilib kimyoviy barqaror minerallari bilan tog' jins parchalarining shag'al, qum va qumli gillar shaklida daryo vodiylari da ham suv havzalarid qayta yotqizilishi natijasida hosil bo'ladi. Agar tarkibida kimyoviy barqaror qimmatli minerallari bo'lgan kon va jinslarning nurash mahsuloti yuvilsa, u holda bularning qayta yuvilishi va mahsulotning solishtirma og'irligiga ko'ra taqsimlanib qayta yotqizilishi natijasida daryo vodiylarida ko'pincha sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan sochilma konlar hosil bo'ladi. Oltin, platina, olmos va boshqalarning sochilma konlari shular qatoriga kiradi.

Mexanik cho'kindilar to'planishi protsessida yangi minerallarning hosil bo'lishi yuz bermaydi. Jins parchalarida bo'lgan ayrim keyingi kimyoviy o'zgarishlar ba'zan qadimiy sochilmalardagina kuzatiladi.

Kimyoviy cho'kindilar asosan ko'l va dengiz havzalarida yuzaga keladi. Cho'kindilarning hosil bo'lishi turlicha yo'llar bilan sodir bo'lishi mumkin: yo tuzlar bilan to'yingan eritmalarining kristallanishi, yoki gellarga aylanib borayotgan kolloid mahsulotlarning cho'kishi, yoxud organik dunyo hayotiy faoliyati mahsulotlari va organik qoldiqlarning to'planishi yo'li bilan yuzaga keladi.

1. Kristallangan cho'kindilarning hosil bo'lishi qurib borayotgan ko'pgina ko'llarda uchraydi, ularda quruq issiq iqlimli sharoitlarda yuzadagi bug'lanish quyilayotgan chuchuk suv oqimidan katta bo'ladi.

Suvli eritma birmuncha o'ta to'yinishi bilan tuzlar kristallan boshlaydi. Minerallarning birin-ketin cho'kish tartibi erituvchi

(N<sub>2</sub>O) kuchli bug'lanayotgan paytda sistemalar muvozanatining ikkita asosiy faktori: eritmalar tarkibi, to'g'rirog'i shu sistemaga kiruvchi komponentlar konsentratsiyasining o'zaro nisbati va kristallanish yuz beradigan eritma harorati bilan belgilanadi. Dengiz suvlarida bo'ladigan Ca, Mg, K va Na sulfat va xlorid tuzlarining muvozanat sharoitlari har xil konsentratsiya va haroratlarda Vant-Goff, N.S.Kurnakov va boshqa ko'pgina olimlar tomonidan batafsil tekshirilgan.

2. Kolloidal cho'kindilarning ko'l va dengiz havzalarida hosil bo'lishi ancha murakkab protsess bo'lib, bu hodisa har tomonlama yetarli jarajada tekshirilgan emas. Nurash natijasida yuzaga kelgan ba'zi birikmalarning faqat haqiqiy eritmalar shaklida emas, balki chuchuk suvlarda barqaror bo'lgan kolloid eritmalar qiyofasida oqin suvlar bilan olib ketilishi aniqlangan. Bu eritmalar yerning ustki suvlar bilan birga dengiz suvlariga quyilib, erigan tuzlar ionlari shaklida dengiz suvlariga quyilib, erigan tuzlar ionlari shaklida dengiz suvlarida juda ko'p miqdorda bo'lgan elektrolitlar ta'sirida ularning kaogulya-siyalanishi yuz beradi. Temir, manganets, kremniy va boshqa elementlar oksidlari kolloid eritmalar xuddi shunday yo'l tutadi.

Hosil bo'lgan gellar daryo suvlari oqib kelgan gil zarrachalari, mayda jins parchalari va dengiz organizmlari qoldiqlari bilan birga kichik qatlamlar yoki birmuncha qalin to'g'ri-tekis qatlamlar shaklida suv havzalari qirg'oq bo'yi zonalariga tubiga yotqiziladi. Vaqt o'tishi bilan shu cho'kindilarda ba'zi o'zgarish (diagenezis) va ularning zich massalarga aylanish jarayonlari yuz beradi.

Cho'kindi manganets konlari misolida cho'kindilardagi minerallar paragenetik assotsiatsiyalarining suv havzalari tubidagi cho'kindi hosil qiluvchi fizik-kimyoviy sharoitlar bilan bog'liq ravishda qonuniy o'zgarishi aniqlangan. Qirg'oqqa yaqin sayoz joylarda to'rt valentlik manganetsning kislorodga boyroq birikmalari tarqalgan bo'lib, ular qirg'oq chizig'idan uzoqlashgan sari siyrak temir sulfidlar bilan birga topiladigan ikki valentli manganets karbonatlari bilan sekin-asta almashina boradi. Suv

sayoz joylarda cho'kindilarning to'planishi dengiz suvida ma'lum chuqurliklarga cha erigan holda kislorod kelib turgan sharoitlarda sodir bo'lsa kerak, birmuncha chuqur suvli joylarda kislotlar etishmagan va organik qoldiqlar karbonat kislotalar bilan qisman vodorod sulfid hosil qilib parchalangan. Buning hisobiga karbonatlar bilan birga qatorida olingugurtli birikmalar yuzaga kelgan bo'lsa kerak. Shuning natijasiga tarkibiga ko'ra xilma-xil (oksib va karbonat) bo'lgan rudalar fatsiyalari vujudga kelgan. Oksid, silikat va karbonatlardan iborat fatsiyalarning borligi qadimdan ma'lum bo'lgan temir konlarida ham turli tarkibli cho'kindilar o'zaro xuddi shunday munosabatda bo'lsa kerak.

Dengiz havzalarining chuqur joylarida va okeanlarda yuz beradigan protsesslar haqida juda kam narsalarni bilamiz.

3. Organizmlarning juda murakkab hayotiy faoliyatlari protsessi natijasi hosil bo'ladigan organogen eki biogen cho'kindilar qvatoriga dengiz jonivorlari skelet mahsulotlarida tarkib topgan ohaktoshlar, diatomiyalarning kremniyli skeletlari dan tashkil topgan diatomitlar, asosan o'simlik, qisman hayvon organi zmlari hisobiga vujudga kelgan kaustobiotitlar (grekcha "kaustos" — yonuvchi demakdir (yuzaga keladi) masalan, qazilma ko'mir, yonuvchi slanetslar, neftlar, yonuvchi gazlar, qattiq bitumlar va h.k.) kiradi.

Organogen cho'kindilar qirilib borayotgan hayvonlar skeletlarining (chiqanoqlarning) yoki yuqori yoki quyi o'simliklar to'qimalarining to'planishi (torf, spropel) yo'li bilan hosil bo'lishi mumkin. Shuningdek ularning o'zi organizmlar hayotiy faoliyatining natijasi bo'lishi mumkin. Masalan, anayarob bakteriyalar organik qoldiqlar yoki sulfatlarni parchalanib, nihoyat shu protsess natijasida olingugurt uyumlari hosil qiladi. Nihoyat, bakteriyalar faoliyati mahsuloti hisobiga laboratoriya sharoitlarida ferrobakteriyalar uchun isbot qilinganidek tugunchasimon mahsulotlar ham yuzga kelishi mumkin.

Keyinga qayta tug'ilishlar davomida ana shu cho'kindilarning bir xillarianorganik mahsulotlarga aylanadi (masalan, ohaktoshlar, fosforitlar), boshqa xillari esa organik birikmaligicha qolib ketadi (toshko'mir va boshqalar).

### **Regional metamorfizm va uning bilan bog'liq bo'lgan mineral hosil qiluvchi protsesslar**

Yendogen singari ekzogen jinslarning ham juda katta o'zgarishi regional metamorfizm deb ataluvchi protsesslarda yer qobig'ining yuqori qismlari tektonik harakatlar natijasida chuvurlikka tushib qolgan paytlarda, ya'ni juda yuqori harorat va bosim sharoitlarida boshlanadi.

Bunday sharoitlarda tog' jinslari bilan rudalarning kimyoviy va mineral tarkibi, shuningdek, ularning xususiyatlari bilan tashqi qiyofasi ham ko'p o'zgaradi. Ekzogen sharoitlarda yuzaga kelgan suvga boy birikmalar suvsiz yoki kam suvli birikmalarga aylanib qoladi (masalan, opal – kvars, limonit – gematit yoki magnetitga aylanadi va h.k.). Shu bilan bir paytda moddalarning qayta kristallanishi yuz beradi (masalan, organogen ohaktosh avvalgi struktura xossalarini yo'qotib marmarga aylanadi). Ko'pgina jinslarda jumladan magmatik jinslarda ham komponentlarning yangi minerallar hosil qilib to'liq qayta gruppalanishi yuz beradi. Gips, sof tug'ma oltingugurt, toshmuz va shu kabi ba'zi bir minerallar metamorfik jins qatlamlarida mutlaqo uchramaydi. Kimyoviy reaksiyalar yuqori bosim va haroratlarda ta'sirida hajmi kichik va solishtirma og'irligi, ortiqroq bo'lgan minerallar hosil qilish tomonga qarab intiladi. Minerallar paragenezisi metamorfiklanuvchi jinslar tarkibi bilangina emas, balki ko'p jihatdan metamorfizm sodir bo'layotgan chuqurlik, ya'ni termodinamik sharoitlar bilan ham bog'liq bo'ladi.

Jinslarning o'zi kuchli dinamik ta'sir ostida yassi parchalarga va plakatlarga ajralish qobiliyatiga ega bo'lgan slanetslarga aylanadi (gil slanetslar, aspid slanetslar, slyudali slanetslar, gneyslar va boshqalar). Agar yuqqa qatlamli cho'kindi jinslar metamorfizm ta'siriga berilsa, shu bilan birga bosimning

yo'nalishi qatlamlar yonalishi bilan mos yoki shunga yaqin kelsa, u holda qatlamlar egilib, juda ko'p mayda burmachaalar hosil bo'ladi.

Mineral moddalarning qayta gruppalanishida  $N_2O$ ,  $SO_2$  kabi komponentlar bilan boshqa mineralizatorlar shubhasiz rol o'ynaydi va ularning yordamida faqat moddalarning qayta kristallanishigina emas, balki metasomatoz hodisasi, hattoki mineral moddalarning qayta yotqizilishi ham sodir bo'ladi. Bunda yo magmatik jinslar, yoki metamorfizmga beriladigan o'sha jinslarning o'zi  $N_2O$  va  $SO_2$  manbai bo'ladi. Ba'zi jinslarda, ayniqsa cho'kindi jinslarda ular massasining qayta kristallanib suvsiz minerallar agregatiga aylanishi protsessida juda ko'p miqdorda suv bilan qisman karbonat kislotaga ajralib chiqadi. Yuqori harorat va bosim sharoitlarida shu metamorfik suv genezisi jihatidan magmatik intruzivlar faoliyati bilan bog'liq bo'lgan tipik gidrotermialarning hamma xususiyatlariga, ya'ni minerallarni ortiqcha eritish qobiliyatiga, darzliklar bo'ylab yoki metasomatoz yo'li bilan siljitish va yotqizish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak. Biroq bu metamorfiklanuvchi jinslarning magmatik suv bug'lari bilan, ayniqsa nordon magmatik jinslarning katta-katta intruziyalari ko'tarilayotgan tumanlarda singdirilishi mumkinligini ham inkor etilmaydi.

Metamorfiklashgan qatlamlarda uchraydigan foydali qazilma konlari genetik belgilariga muvofiq birmuncha xilma-xil bo'lgan quyida tiplarga ajratiladi: a) metamorfiklashgan konlar, ya'ni metamorfizmga qadar mavjud bo'lgan konlar (masalan, temir va marganets cho'kindi konlari) va b) faqat metamorfizm protsessidagina vujudga kelgan metamorfik konlar.

Organik qoldiqlar hisobiga metamorfik qatlamlarda hosil bo'lgan grafit shu keyingi tipdagi konlar uchun misol bo'la oladi. Yashirin kristallangan va o'simlik izlari saqlanib qolgan grafitning toshko'mir qatlamlari hisobiga paydo bo'lgan hollari ham bo'lganligi ma'lumdir (Uralsning sharqiy yon bag'irlaridagi metamorfik qatlamlarda). Bunday paytlarda grafit yangidan hosil bo'lgan jins sifatida bo'lib, endi u avvalgi xususiyatlari tubdan

o'zgarib ketganligi va yengil-uchuvchan moddalarini yo'qotganligi natijasida yonuvchi foydali qazilma bo'lib qola olmaydi.

Mineralogik jihatdan ahamiyatga ega bo'lgan "alp tipidagi tomirlar" deb aytiladigan tomirlar ham xuddi shu tipga mansubdir (nomi birinchi topilgan joyiga qarab berilgan). Shu tomirlarda xilma-xil minerallarning juda ko'rkam kristallari druzalari topilganligidan, mineraloglarning e'tiborini qadimdan o'ziga jalb etib kelmoqda. Shu tomirlar metamorfik qatlamlarda jinslarning qatlamlanish tekisligiga ko'ndalang ravishda yuzaga kelgan darz-yoriq bo'shliqlari bilan bog'liq bo'ladi (60-rasm). Shunday tomirlar tarkibining eng harakatli xossasi shuki, bularda metamorfizm protsessida atrofidagi jinslarda yuzaga kelgan o'sha minerallarning o'zi taxminan o'shanday nisbatlarda kristallanadi. Faqat tarkibida Ti, P, Cl, B va boshqa elementlar kristallanadi. ishtirok etuvchi yengil eruvchan minerallar darzlarda jinslar orasida kam uchraydigan yon jinslardagina qaraganda birmuncha ko'proq miqdorda topiladi. Shunisi xarakterliki, bu protsesslarda magmatik suvlarning ishtirok etishi mumkin ekanligi inkor etilmasa ham ularning genezisi jihatidan nordon magma intruziyasi gidrotermal faoliyati bilan bog'liq ekanligini ko'rsata oladigan kimyoviy elementlar va minerallar (masalan, oltin, kumush, qo'rg'oshin, rux, surma, qalay, volfram va boshqa elementlar minerallari) odatda bunday tomirlarda uchramaydi.

Metamorfik jinslardagi ingichka darzlar mineral moddalar bilan butunligicha to'ldiriladi. Masalan, kul rang marmarlardagi oq rangli kalqit tomirchalari, qizil yashmalardagi sutdek-oq rangli kvars tomirchalari va h.k. Shu bilan birga shu tomirchalardagi kristall donalari atrof jinslardagiga qaraganda doimo yirikroq.

#### Minerallarni tekshirish usullari

Tabiiy kimyoviy birikmalar tarkibini to'liq va batafsil aniqlash kerak bo'lgan holatda ko'pincha quyidagi:

rentgenometrik, termik, spektral, kimyoviy taxlil, lyuminescent taxlil, shlix taxlili, elektron mikroskop tekshirish, eksperimental tadqiqotlar usullari qo'llaniladi.

**Rentgenometrik taxlil.** 1895 yili nemis fizigi Rentgen ichiga ikkita elektrod kavsharlangan shisha naychadan havoni  $10^{-5}$  mm simob ustuni bosimigacha haydab chiqarib, undan elektr toki o'tkazilganda, elektrodlarda o'ziga xos ko'zga ko'rinmaydigan nurlar chiqishini aniqlaydi, bu nurlar keyinchalik rentgen nurlari deb ataldi. To'liq uzunligi  $10^{-2}$   $10^2$  A° bo'lgan elektromagnit to'liqlar rentgen nurlari deyiladi. Rentgen nurlari turli asboblarda olinadi. Lekin ularning hammasida nur olish bir xil prinsipga ya'ni qatonga yuqori kuchlanish berilganda o'zidan elektronlar chiqarishi va bu elektronlar harakati yo'nalishida joylashgan, qarama-qarshi qutblangan elektrodga urilishi natijasida antiqatordan juda katta tezlikda zarrachalar o'tilib chiqishiga asoslangan.

Tekshirilayotgan moddalarning kristall yoki amorf holatdalgini va ularning tuzilishini rentgen nurlari minerallarning kristall panjarisiga tushirilganda struktura elementlari bilan ta'sirlanishi natijasida hosil bo'ladigan difraksiyon manzara yordamida aniqlash mumkin.

Kristall holatdagi har qanday modda aynan shu modda uchun mos bo'lgan strukturaga ega bo'lib, undagi ionlar (atomlar) o'ziga xos tartibda joylashadi. Ma'lumki, ba'zi minerallarning kimyoviy tarkibi bir xil bo'ladi. Masalan, rutil-brukit-anataz, kvarts-tridimit-kristabollit yoki kalsit-aragonit minerallarning kimyoviy tarkibi o'xshash, lekin ular strukturasi tashkil qilgan zarrachalarning bir-biriga nisbatan turlicha joylashganligi bu moddalar strukturasi va boshqa xossalari farqi keltirib chiqaradi. Ikkinchi tomondan, kimyoviy tarkibi bir-biridan boshqacha bo'lgan bir qancha minerallar, masalan, flyuorit, uraninit, serianit, tarianit va boshqalarga kation va anionlarning joylashishi o'xshash bo'ladi. Bu moddalarning strukturaviy parametrlari kimyoviy tarkibiga bog'liq ravishda bir-biridan farq qiladi. Kristall panjara tekisliklari orasidagi masofaning qiymati

minerallar strukturasi haqida ancha aniq ma'lumot beradi, chunki u ion va atomlar joylashishi davriyligi bilan bog'liq. Atomlar tekisliklari esa atomlarning fazoviy panjarada koordinata o'qlariga nisbatan joylashishiga bog'liq.

**Debay usuli** shunday muhim afzalliklarga egaki, u mineral massalarni shu bilan birga yashirin kristallangan va mayin dispers moddalarni ham o'rganishga imkon beradi. Shuning uchun ham mineraloglar ishida minerallarni aniqlash maqsadida keng qo'llaniladi. Odatda debayegramma deb aytiladigan rentgenogramma maxsus kamerada yorug'lik sezuvchi plyonkaga tushirib olinadi, shu plyonka ishlanganidan keyin unda to'q-ochligi turli bo'lgan chiziqlar-yoychalar ko'rinadi (tekshirilayotgan modda kukuni bo'laklarining zichroq joylashgan tekisliklaridan qaytgan rentgen nuri konuslari bilan hosil qilingan halqalarning qismi). Olingan debayegrammani tashqi ko'rinishidan tekshirilayotgan moddaga o'xshab ketadigan tekshirib ko'rilgan boshqa moddalar debayegrammasi bilan taqqoslab (chiziqlarning to'q ochligiga va tekisliklar orasidagi hisoblab chiqilgan masofaga qarab) berilgan mineralni aniq bilish mumkin.

**Termik taxil** amaliy ish uchun rus. akad. N.S.Kurnakov tomonidan kiritilgan bo'lib, u xaroratning ko'tarilishi bilan o'sha tekshirilayotgan mineralda yuz beradigan o'zgarishlarga fizik va kimyoviy almashinishlarga (suvning ajralishi, oksidlanishi, qaytarilishi, boshqa polimorf turiga o'tish va h.k.) bog'liq bo'lgan endo va ekzotermik effektlarni bilish maqsadida moddalarning qizdirish (yoki sovitish) egri chiziqlarini olishdan iboratdir.

Yegri chiziqlarni yozib borish odatda avtomatik ravishda maxsus to'siq bilan ajratib qo'yilgan tigelga tushurib qo'yilgan kombinatsiyalashirilgan (oddiy va differensial) termopara bilan tutash yozib boruvchi pirometr yordamida bajariladi.

Bu usul mineralogiyaning amaliy ishlarida ko'z bilan (yoki boshqa usul bilan) aniqlash qiyin bo'lgan yashirin kristallangan va mayin dispers moddalarni tekshirishda qo'llaniladi. Bir qator

mineral mahsulotlar (kaolin, glinezem gidratlari, temir gidrooksidlari, karbonatlar, xloritlar va boshqa minerallar) uchun mineral turlarini aniqlashga yordam beradi.

**Kimyoviy tahlil** – bu asosiy tekshirish usulidir.

Kimyoviy tahlil uchun tayyorlangan material ilgari spektral tahlil qilinmagan bo'lsa, avval shunday taxlil qilinishi kerak.

To'liq kimyoviy tahlildan og'irlik foizi hisobida olingan ma'lumotlarni mineralning kimyoviy formulasini ishlab chiqish uchun atom (molekulyar) miqdoriga aylantirib hisoblab chiqish kerak. Shu maqsadda har qaysi elementning (oksidning) og'irlik miqdorini atom og'irligiga (oksidning «molekulyar» og'irligiga) bo'linadi. Olingan son mineral tarkibiga kiruvchi shu elementlarning (oksidlarning) qanday nisbatda bo'lganligini ko'rsatishi lozim. Shuni o'qitirib o'tish kerakki, komponentlar (elementlar)ning kimyoviy tahlillardan olingan ma'lumotlardan hisoblab chiqilgan nisbati, o'sha tahlillarning yetarli darajada juda aniq bo'lmashligidan yoki boshqa sabablarga ko'ra hech vaqt butun sonlar nisbatida bo'lmaydi. Buni ko'rsatish uchun ikkita misol keltiramiz.

1) Burnonitning kimyoviy tahlili ma'lumotlari:

	% og'irligiga ko'ra	Atom og'irligi	Atom miqdori	Nisbati
Pb	42,75	207,2	0,204	1
Cu	12,77	63,6	0,201	1
Sb	24,76	121,8	0,206	1
S	19,40	32,0	0,606	1
Jami	99,68			

Shunday qilib, minerallarning kimyoviy formulasi  $PbCuSbS_3$  shaklida yozilishi kerak.

2) Rodonitning kimyoviy tahlili ma'lumotlari:

% og'irligiga ko'ra	Molekulyar og'irligi	Molekulyar miqdori	Nisbati
SiO <sub>2</sub>	60,1	0,767	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,9	0,001	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	yo'q	-	-
FeO	1,83	0,025	1
MnO	44,76	0,630	1
CaO	6,59	0,117	1
Jami	99,35		

Bu mineralning formulasini (Mn, Ca) O · SiO<sub>2</sub> yoki (Mn, Ca) SiO<sub>3</sub> shaklida ifoda etish mumkin.

Atom og'irliklari Mendeleyev jadvalidan olinadi. Oksidning molekulyar og'irligi elementlar atom og'irligi yig'indisidan tashkil topadi; masalan SiO<sub>2</sub> uchun u 28,1+2x16,0q60,1

**Rentgen spektral** (rentgenokimyoviy) tahlilni tekshirish maqsadida moddaning katod nurlari ta'sirida shu modda tarkibida ishtirok etayotgan kimyoviy elementlarning o'ziga xos, to'liq uzunligiga ega bo'lgan rentgen nurlari chiqarishiga asostlangan.

**Lyuminessent tahlil.** Lyuminessensiya hodisasi qorong'ida yaxshi ko'rinadi. Shunday xususiyatga ega bo'lgan minerallar nur ta'sirida biror rangga bo'yalgandek ba'zan ochiq rangli bo'lib yارقirab ko'rinadi.

Oddiy ko'z bilan ko'rib aniqlash qiyin bo'lgan mineralarning tog' jinslardagi xol-xol donalarini shunday yo'l bilan aniqlash juda osondir. Masalan, sheyelit (CaWO<sub>4</sub>) kabi shunday muhim ahamiyatli mineral simobli kvarts lampasi ostida chiroyli havo rang (ba'zan ko'kimtir) yoki sarg'ish-yashil rangli bo'lib, flyuorit CaF<sub>2</sub> tiniq ko'k tusli bo'lib flyuoressensiyalanadi va boshqalar. Tarkibida uran, turlicha tarkibli bitumlari bo'lgan

bir qator mineralarning shunday nur chiqarishi juda yaqqol ko'rinib turadi.

**Shlix tahlili.** Shamol ta'siri ostida tog' jinslari va ma'danlarning nurashi natijasida yer yuzida mineralar mahsulotlari ajraladi. Ular orasida kimyoviy barqaror mineralar-kvars, magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), sirkon (ZrSiO<sub>4</sub>), turmalin, rutil (TiO<sub>2</sub>), ba'zan kassiterit (SnO<sub>2</sub>), oltin, platina va boshqa mineralar saqlanib qoladi. Ular oqin suvlar bilan yuvilib, soylar va dengiz qirg'oqlari bo'ylab yotqizilgan jinslar orasida sochilma kon shaklida to'planadi. Shu bo'shoq jins namunalari oddiy asbob-uskunalar yordamida yuvib, shlix deb aytiladigan eng og'ir mineralar konsentrati olinadi.

Shlixlardagi mineralarning diagnostikasi va miqdorini aniqlash uchun olingan materialning o'rtacha hajmidagi namunasi (10-20 g miqdorda) avvalo standart elaklardan o'tkaziladi va donalarning katta-kichikligiga qarab fraksiyalarga ajratiladi. Shundan keyin har qaysi fraksiyalar magnit yordamida magnitli fraksiyaga ajratib olinadi. Magnit tortmagan qoldiq elektromagnit yordamida har xil magnit tortuvchi (berilayotgan tok kuchiga qarab) yana bir qator fraksiyalarga ajratilib, shundan keyin mineralarni solishtirma og'irligiga ko'ra maxsus suyuqliklarga (bromofom, Tule suyuqligi va boshqa) solib maxsus bo'lgich yoki oddiy kimyoviy voronkalarda ajratiladi.

Mineralarning shunday usullar bilan olingan fraksiyasi avval binokulyarda ko'rib, tashqi belgilariga (donalarning shakli, shaffofligi, yaltirashi, rangi, qattiqligi va boshqa xususiyatlariga) qarab terib olinadi, undan keyin muayyan sindirish ko'rsatkichiga ega bo'lgan immersion suyuqliklar yordamida optik konstantalari aniqlanadi va zarur bo'lgan hollarda mikrokimyoviy sifat reaksiyalari, spektral, lyuminessensiya va boshqa tekshirish usullari qo'llaniladi. Shaffof emas ma'dan mineralarni sementlovchi moddalar yordamida yaxlitlab, ulardan jilolangan shlif tayyorlanadi va ularni tekshirish mikroskopda qaytgan yorug'lik nuri ta'sirida olib boriladi.

**Elektron mikroskop tekshirish.** Ma'lumki, mikroskopning ko'rish chegarasi (katta -kichikligiga ko'ra juda mayda zarrachalarni ko'rib ajratish mumkin bo'lgan qobiliyati) ko'p jihatdan tekshirilayotgan jism ustiga tushayotgan yorug'likning to'liq uzunligiga bog'liq (yorug'lik to'liq uzunligi qanchalik kichik bo'lsa, mikroskopda shunchalik mayda zarrachalarni ko'rish mumkin). Mavjud optik mikroskoplarning ko'rish qobiliyati unchalik katta emas.

Jinslarni tekshirish uchun «replika usuli» (mayin kolloid yoki kvarts-polistirolli va boshqa plyonkalar hosil qilish yo'li bilan o'sha jins yuzasi rasmini tushirib olish usuli) ham mavjud bo'lib, bu usul kristallar yonlari sathining, shuningdek minerallardagi reaktiv ta'sir etmagan jilolangan yuzalarning nozik xossalarni ko'rsatadi.

**Ekspirimental tahlil** laboratoriya sharoitlarida tabiiy jinslar, shuningdek minerallar tarkibiga mos keladigan sun'iy birikmalarni olishda juda muhim ahamiyatga ega. Shu yo'l bilan, ayrim hollarda tarkibi va shakliga ko'ra tabiiy minerallarga juda o'xshab ketadigan birikmalarni olish va o'sha minerallarning kristallanishi ham paydo bo'lishini aniqlash mumkin bo'ladi.

Keyingi yillarda laboratoriya usulida tabiatda kam uchraydigan bezak va qimmatbaho minerallarni olish jadali suratlar bilan rivojlanmoqda.

### Minerallarning fizik xususiyatlari

Har qanday mineral o'ziga xos biron xususiyat bilan xarakterlanadiki, ana shu xususiyatiga qarab uni doimo boshqa minerallardan ajratish mumkin.

Quyida minerallarning eng ko'p aniqlash ahamiyatiga ega bo'lgan asosiy xususiyatlari ustida to'xtab o'tamiz. Bunday xususiyatlarga: morfologik xususiyatlar-kristallarning qiyofasi, qo'shaloq kristallar, kristall yonlaridagi chiziqchalari; optik xususiyatlar-shaffofligi, minerallar rangi, chizig'ining rangi, yaltirashi; mexanik xususiyatlar-ulanish tekisligi, sinishi, qattiqligi, mo'rtligi, pachoqlanuvchanligi, qayishqoqligi;

shuningdek, solishtirma og'irligi, magnit tortishi, radioktivligi va boshqa xususiyatlari kiradi.

### Minerallarning morfologik xususiyatlari

Kristallar qiyofasi. Har qanday jismning bo'shliqda uch o'lchamda bo'lishiga qarab, xilma-xil shaklli kristallar va kristallangan donalar orasida avvalo qo'yidagi asosiy turlar ajratiladi.

1. Izometrik shakllar, ya'ni bo'shliqda hamma uch yo'nalish bo'yicha barobar rivojlangan shakllar. Granat rombododekayedrlari, magnetit oktayedrlari, pirit kublari va boshqalar buning misoli bo'lishi mumkin.

2. Bir yo'nalish bo'yicha cho'ziq shakllar, ya'ni prizmatik ustunsimon, nayzasimon, ignasimon, qildek kristallar, tola-tola bo'lib tuzilgan kristallar. Masalan: akvamarin, turmalin, antimonit va boshqa mineral kristallari.

3. Uchinchi yo'nalish qisqaligicha saqlangan ikki yo'nalish bo'yicha cho'ziq shakllar. Bularga tabletkasimon, qavat-qavat, varaq-varaq va tangachalar qiyofasidagi kristallar kiradi. Masalan, gematitning ( $Fe_2O_3$ ) qavat-qavat holida topiladigan kristallari, slyudalar va boshqalardan iborat. Ana shu asosiy shakl turlari biri ikkinchisiga o'tadigan o'tkinchi shakllar ko'p tarqalgan. Masalan, distenning ( $Al_2SiO_5$ ) ikkinchi va uchinchi turlar orasida bo'lgan (yassi ustunsimon kristallar) taxtachasimon kristallari: shakliga ko'ra birinchi va ikkinchi turlar orasida bo'lgan korundning ( $Al_2O_3$ ), bochkasimon kristallari yoki kalsitning ( $CaSO_3$ ) skalenoyedrik shakllari, linzaga o'xshash (birinchi va uchinchi turlar o'rtasida bo'lgan) shakllar - sfenning ( $SaTiSiO_5$ ), monatsitning ( $SeRO_4$ ) va boshqa minerallarning yassilangan kristallari shular jumlasidandir.

### Minerallarning shaffofligi.

Minerallarning o'zidan nur o'tkazish xususiyati ularning shaffofligi deb ataladi.

Hamma minerallar shaffoflik darajasiga qarab qo'yidagi guruhlarga bo'linadi:

1. Shaffof minerallar; tog' billuri, island shpati, topaz va boshqalar;
2. Yarim shaffof – zumrad, sfalerit, kinovar va boshqalar;
3. Shaffof emas minerallar – pirit, magnetit, grafit va boshqalar.

### Minerallarning rangi

Tabiiy kimyoviy birikmalarning rangi kelib chiqishiga ko'ra uch xil bo'ladi: 1) idioxromatik, 2) alloxromatik va 3) psevdoxromatik.

**Idioxromatik.** Ko'p hollarda hech vaqt rangsiz kristallar bo'lib topilmaydigan tabiiy birikmalarning rangi o'sha minerallarning ichki xususiyatlari bilan bog'liqdir. Masalan, qora rangli magnetit ( $Fe_3O_4$ ), jezsimon sariq pirit ( $FeS_2$ ), to'q qizil kinovar ( $HgS$ ), misning yashil va ko'k rangli kislorodli tuzlari (malaxit, azurit, feruza va boshqalar), to'q-ko'k rangli lazurit va h.k.

Minerallarning shunday o'ziga xos rangi idioxromatik rang deyiladi. Bular har xil minerallarda turli sabablar bilan bog'liq ravishda namoyon bo'ladi.

1. Juda ko'p minerallarda rangning paydo bo'lishi o'sha birikma tarkibida qandaydir xromofor, ya'ni rang beruvchi ximiyaviy elementning borligiga bog'liq. Bunday xromoforlar jumlasiga: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, ya'ni Mendeleevning ximiyaviy elementlar jadvali markazida joylashtirilgan temir guruhi elementlari, ba'zan - W, Mo, U, Cu va TR elementlarini natijasida yuzaga keladi.

**Alloxromatik.** Bir mineralning bir necha rang va tularga bo'yalgan bo'lishini ko'rsatuvchi misollar juda ko'p. Masalan, odatda rangsiz, ko'pincha butunlay shaffof kristallar bo'lib topiladigan kvarts (tog' billuri) ko'rkam gunafsha rangli (ametist), pushti, sarg'ish-qo'ng'ir (temir oksidlari bo'lgani uchun), tilla rang (sitrin), kul rang yoki tutun rang (rauxtopaz),

to'q qora (morion), nihoyat sutdek-oq ham bo'lishi mumkin. Xuddi shunga o'xshash osh tuz galityoq, kul rang, qo'ng'ir, pushti va ba'zan ko'k rangli bo'lishi mumkin.

**Psevdoxromatik.** Ayrim shaffaf minerallarning rangi ba'zan xilma-xil bo'lib tovlanib turadi, bu tushayotgan nurning ulanish tekisligi darzlari ichki yuzalaridan, ba'zan qandaydir aralashmalar yuzasidan qaytishi interferensiyasi bilan bog'liq. Bu hodisa suv ustida suzib yurgan kerosin, yog' va neftning har xil «kamalak rangidek» tovlanib turadigan pardasida ko'rganimizdek bizga tanishdir. Bu shaffof moy po'stining ostki (suvdan ajratib turadigan) va ustki (havo bilan cheklangan) yuzalaridan qaytgan yorug'lik nurining interferensiyalanishi bilan bog'liqdir.

Bunday aldatchi rang hodisasi qattiq shaffof minerallarda ham bo'ladi. Labrodorit degan ziynat tosh buning ajoyib misolidir. Uning ayniqsa jilolangan yuzasida ma'lum burchakka burab qaraganda har joy-har joyi chiroyli ko'k va yashil bo'lib tovlanib-chaqnaq ko'rinadi, bu boshqa tarkibiga ko'ra asosiy massadan ajralib turadigan minerallarning yuqqa plastinkachalari aralashmasi borligi bilan bog'liq bo'lsa kerak.

Rasmiy amaliy ish paytida minerallarning rangi biron yaxshi tanish bo'lgan jism yoki modda rangi bilan taqqoslanib, qiyosiy aniqlanadi. Shuning uchun ham minerallarning rangi ko'pincha qo'sh nom bilan yuritiladi. Masalan: sutdek-oq, asaldek-sariq, jezdek-sariq, qirmizi-qizil, zumraddek-yashil, olmadek-yashil (xom olma rangida), shokoladdek-qo'ng'ir, qo'rg'oshindek-kul rang, qalayidek-oq va h.k. Bunday aniqlashlarning hammasi qiyosiy (nisbiy) bo'lishiga qaramay, ular qabul qilingan va mineralogiyaga oid jahon adabiyotida uchraydi.

Dastlabki paytlarda qanday bo'lmasin ranglarning, loqaq asosiy ranglarning nomi haqida ularni ma'lum minerallarga bog'lab kelishib olishimiz lozim. Buning uchun bir qator minerallardagi birmuncha doimiy ranglarning ko'p qo'llaniladigan quyidagi nomlarini asos qilib olish mumkin:

1. Gunafsha rang- ametist
2. Ko'k - azurit
3. Yashil- malaxit
4. Sariq - auripigment
5. Sarg'ish-qizil-krokoit
6. Qizil-kinovar (kukumi)
7. Qo'ng'ir-limonitning g'ovak xili
8. Sarg'ish-qo'ng'ir-limonitning
9. Qalayi - oq-arsenopirit
10. Qo'rg'oshin kul rang-molibdenit
11. Po'lat-kul rang- aynama ma'dan
12. Temir-qora-magnetit
13. Havo rang-kovellin
14. Mis-qizil-sof tug'ma mis
15. Jez-sariq-xalkopirit
16. Tilla-sariq-oltin.

**Solishtirma og'irlik**

Solishtirma og'irlik kristallarning asosiy fizik xususiyatlaridan biri bo'lib, u kristallning kimyoviy tarkibi, tarkibidagi izomorf aralashmalarining o'zgarishini, fazoviy panjaralar shu'balarning va shu'balar tarkibidagi formula birligini aniqlashda katta ahamiyatga ega.

Kristall (jism) og'irligining hajmiga nisbati solishtirma og'irlik deyiladi, ya'ni kristall og'irligini (grammda) uning 4° S sharoitdagi hajmiga teng bo'lgan suv og'irli nisbatiga teng. Agar kristallning havodagi (bo'shliqdagi) og'irligini r va suvga tushirib tortilgan og'irligini r<sub>1</sub> harflari bilan belgilasak, u holda kristall solishtirma og'irligini qo'yidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{R}{D \text{ q } R - R_1}$$

Bundan tashqari kristall solishtirma og'irligini, solishtirma og'irliklari aniq bo'lgan va suvda yoki benzolda eriydigan maxsus og'ir suyuqliklar yordami bilan o'lchash mumkin. Masalan bromoform suyuqligini solishtirma og'irli 2,88 ga

teng, benzolda eriydigan suyuqlik metilenyodid solishtirma og'irli 3,32 ga barobar, solishtirma og'irli 4,25 ga teng bo'lgan suvda yaxshi eriydigan Klerichi suyuqligi shular jumlasidandir. Bu usul bilan kristall solishtirma og'irligini aniqlash uchun uni yuqorida ko'rsatilgan og'ir suyuqliklardan birontasiga tushuriladi. Kristall solishtirma og'irli suyuqlikidan katta (og'irroq) bo'lsa u suyuqlikda cho'kadi, yengil bo'lsa suyuqlik, yuzasida qalqib yuradi. Solishtirma og'irliklari bir-biriga teng bo'lsa suyuqlik solingan probirkaning o'rta qismida turadi. Bu usul bilan mayda kristallarning solishtirma og'irliklari aniqlanadi.

Kristall solishtirma og'irligini (D) uning molekulyar og'irli (M), elementar shu'basini hajmini (V) va formula birligining miqdorini (molekulasini)-«n» o'zaro bog'laydigan formula yordami bilan ham aniqlash mumkin:

$$D \text{ q } nM/NV$$

N - Avogadro soni, 6,02 • 10<sup>23</sup> ga teng.

Kristallarning solishtirma og'irli ularning tarkibidagi kimyoviy elementlarning atom og'irli, ionlarning radiuslariga, valentligiga va ichki tuzulishlariga bog'liq. Kristallarning tarkibidagi elementlar atom og'irliklari bilan ularning solishtirma og'irliklari o'rtasida to'g'ri mutanosiblik mavjud, ya'ni atom og'irliklari oshishi bilan solishtirma og'irliklari ham orta boradi. Kristallar tarkibida Mendeleyev kimyoviy jadvalining yuqori - qismida joylashgan elementlar qatnashsa, ularning solishtirma og'irli 2-3,5 ga teng pastki qismidagi elementlar bo'lsa og'irroq 3,5-10 ga barobar. Bu qonuniyatni «sulfatlar

guruhiga» mansub bo'lgan minerallarda yaqqol ko'rish mumkin (2-jadval).

2-jadval  
Kation atom og'irligi bilan solishtirma og'irlik  
o'rtasidagi bog'lanish.

Mineral nomi	Kimyoviy formulasi	Solishtirma og'irligi	Kation atom og'irligi
Angidrid	CaSO <sub>4</sub>	2,98	40,08
Selistin	SrSO <sub>4</sub>	3,97	87,63
Barit	BaSO <sub>4</sub>	4,50	137,36
Anglezit	PbSO <sub>4</sub>	6,38	207,21

Tarkibida «qo'shimcha» (OH,F) anionlari ishtirok etgan kristallarning solishtirma og'irligi pasayadi. Masalan, serusitning (PbCO<sub>3</sub>) solishtirma og'irligi 6,5 ga teng, gidrotserussit (Pb<sub>3</sub>[(OH)CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>) va fosgenit Pb<sub>2</sub> [CO<sub>3</sub>]Cl<sub>2</sub> solishtirma og'irliklari 6,1 gacha pasayadi.

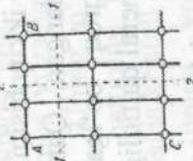
Kristall tarkibidagi izomorf aralashmalar ham uning solishtirma og'irligiga ta'sir etishi mumkin.

### Ulanish tekisligi

Kristallarning ma'lum yo'nalishlari bo'yicha real tomonlariga yoki bo'lish mumkin bo'lgan atomlariga parallel holda silliq yuza hosil qilib sinishiga (ajralishiga) ulanish tekisligi deyiladi. Ulanish tekisliklik darajasiga, yangi silliq yoki notekis yuza hosil qilib sinishiga qarab ulanish tekislik bir necha turga bo'linadi: juda silliq yuzali (slyudalar), silliq yuzali (kalsit, galenit) aniq yuzali (ortoklaz, amfibollar), notekis yuzali (kvars). Sinish shakliga qarab-notekis, donosimon, yoysimon, zirabchasimon, ninasimon turlariga ajratiladi.

Simmetriya turlariga binoan, kristallar faqat bitta yo'nalishda (slyudalar), ikkita yo'nalishda (ortoklaz, amfibollar, piroksenlar), uchta yo'nalishda (galit, galenit, kalsit) va undan ham ko'proq (flyuorit) yo'nalishlarda sinishi mumkin. Ularning ulanish tekisliklik darajalari har bir yo'nalishda, har xil yuzali bo'lish mumkin. Masalan, slyudalar faqat bitta yo'nalishda osongina (001) pinakoidi bo'yicha yupqa, silliq varaqalarga ajraladi.

Angidrid mineralining, ulanish tekisligi uch yo'nalishi bo'lib: birinchi (001) yo'nalishi bo'yicha silliq yuzali; ikkinchi-(010) yo'nalishida aniq yuzali; uchinchi-(100) yo'nalishida notekis yuzali bo'ladi. Kristall ulanish tekisligi bilan uning ichki tuzilish orasida uzviy bog'lanish mavjud. Chunki ulanish tekisligi kristalning fazoviy panjarasidagi tugunlarning siyrakroq joylashgan yo'nalishga mos keladi.



29-Rasm. 1-1 yo'nalishi bo'yicha, 2-2 yo'nalishiga nisbatan osonroq ajraladi.

29-rasmda fazoviy panjaraning turli tekisligi ifodalangan va undagi tugunchalarning (atomlarning, ionlarning) AV yo'nalishida AS yo'nalishiga nisbatan bir-biriga yaqinroq joylashganligi ko'rsatilgan. Bunday fazoviy panjarali kristallni AV yo'nalishi bo'yicha sindirish uchun AS yo'nalishiga nisbatan ko'proq kuch sarf qilish kerak. AS yo'nalishi bo'yicha tugunlar bir-biridan uzoqroq joylashganligi uchun ularning o'zaro tortish (bog'lanish) kuchi AV yo'nalishidagi tugunlarga nisbatan kamroq (zaiproq). Shu sababli AS yo'nalishi bo'yicha osongina sinadi. Kristall ulanish tekisligi shu yo'nalishga mos keladi. Umumlashtirib aytganda kristallarning ulanish tekisliklari o'zora zaip bog'langan to'rti tekisliklarga paralel holda o'tadi. Bu to'rti tekisliklar bir-biridan uzoqroq joylashgan bo'ladi. Bu xususiyat dast avval O.Brave tomonidan bayon etilgan bo'lib, ko'pincha to'g'ri keladi. Lekin G.V.Vulf tomonidan taklif etilgan kristall tarkibidagi elementlarning kimyoviy bog'lanish jipslashish kuchlarini ham hisobga olish zarur.

### Qattiqlik

Qattiqlik – deb jismlarning tashqi ta'sir etuvchi mexanik kuchga qarshilik ko'rsata olish darajasiga aytiladi. Bugungi kunda kristallarning faqat nisbiy qattiqligini aniqlash mumkin. Mutloq qattiqligini aniqlash usuli hali ishlab chiqilmagan. Ularning nisbiy qattiqligini aniqlaydigan, amaliyotda keng ko'lamda qo'llaniladigan oddiy usullar juda ko'p. Bu usullar asosan kristallarning biri ikkinchisining tomonlari yuzasida iz (chiziq) qoldirishga asoslangan. Qattiqligi yuqoriroq bo'lgan mineral undan yumshoqroq bo'lgan mineral yuzasida iz qoldiradi. Iz qoldirgan mineral qattiqligi yuqoriroq degan xulosa chiqariladi.

1822 yili Avstriya mineralshunosi Fridrix Moos (1773-1839) tomonidan, etalon sifatida nisbiy qattiqlik jadvali (shkalasini) ishlab chiqildi (3-jadval).

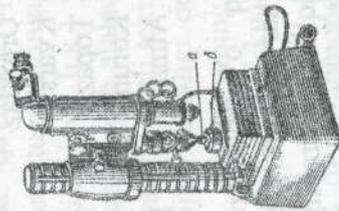
**F. Moos qattiqlik jadvali (shkalasi)**

Kristall (mineral) nomi	Nisbiy qattiqligi	Kimyoviy formulasi	Kristall singoniyasi
Talk	1	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	Monoklin
Gips	2	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	monoklin
Kalsit	3	$CaCO_3$	Trigonal
Flyuorit	4	$CaF_2$	Kubik
Apatit	5	$Ca_5[PO_4]_3(F,Cl)$	Geksagonal
Ortoklaz	6	$K [AlSi_3O_8]$	Monoklin
Kvars	7	$SiO_2$	geksogonal
Topaz	8	$Al_2[SiO_4]F_2$	Rombik
Korund	9	$Al_2O_3$	Trigonal
Olmos	10	S	Kubik

Qattiqlik jadvali har xil qattqlikdagi o'nta mineralardan iborat bo'lib, eng yumshoq-talkdan boshlab to olmosgacha qattqliqi tobora oshib boradigan qonuniyatlikka asoslangan. Bu

jadvaldagi har bir keyingi mineral oldinda turgan mineralni chizadi (iz qoldiradi). Masalan, qattqligi aniqlayotgan kristall yuzasida qattqligi beshga teng bo'lgan kristall (3-jadval, apatit) iz qoldirsa, bu kristallning o'zi jadvaldagi qattqligi to'rt bo'lgan kristallni chizsa, uning qattqligi 4,5ga teng bo'ladi. Agar aniqlayotgan kristall qattqligi flyuoritga yaqinroq bo'lsa 4,25, apatitga yaqinroq bo'lsa 4,75-deb belgilanadi.

Qattqlik jadvalida olmos eng yuqori o'rinni egallaydi, chunki shu kungacha olmos yuzasiga iz qoldiradigan kristall (mineral) ma'lum emas. Uning o'zi barcha kristalllarda iz qoldiradi. Demak olmos qattqligi bo'yicha birinchi o'rinda turadi. F. Moos jadvali asosida kristall qattqligini o'lchash nisbiy bo'lishga qaramasdan, uning yordami bilan ba'zi bir kristallardagi qattqlik anizotropiysi aniqlash mumkin. Masalan, disten kristalining bitta yo'nalishi bo'yicha qattqligi 4,5ga teng bo'lgan apatit chizadi, flyuorit esa iz qoldirmaydi, ikkinchi yo'nalishi bo'yicha 7ga (topaz iz qoldiradi, ortoklaz esa chizmaydi) teng.



**30-Rasm Xruhev M.M., Berkovich e.S. sklerometri a-olmos piramidasi, b-tekshirilayotgan kristall**

Sklerometr (qattqlik o'lchagich)- deb nomlangan maxsus asbob yordamida kristallarning (minerallarning) qattqligini aniq o'lchash mumkin. 30-rasmda amaliyotda keng qo'lamda ishlatiladigan sklerometr tasvirlangan. Mikroskopga o'xshash asboga maxsus indikator joylashtirilgan. Indikator uchiga

kvadrat shakldagi olmos piramidasi o'rnatilgan. Indikator qattiqlikni aniqlaydigan, silliqdangan (sayqallangan) kristall yuzasiga qo'yiladi. Undan keyin ma'lum bir og'irlik ta'sirida indikator uchidagi olmos piramidasi kristall yuzasiga botadi. Bundan hosil bo'lgan chuqurcha tasviri mikroskop tagida ko'rilib, chuqurchaning diagonal o'lchanadi va mikroqattiqligi aniqlanadi. (Mikroqattiqlik mikroskop yordamida 2-3 mm yuzada aniqlangan qattiqlik, shunday nom bilan yuritiladi). Mikroqattiqlik H -bilan belgilanadi va qo'yidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Hq = 2 \sin \alpha / 2 \cdot P / d^2$$

$\alpha - 136^\circ$  ga teng bo'lgan olmos piramidasi tomonlari orasidagi burchak; R-og'irlik (kg hisobida); d-chuqurlik diagonal (mm hisobida). Shu usul bilan hisoblab chiqarilgan mikroqattiqlik kg/mm<sup>2</sup> bilan ifodalanadi. quyida keltirilgan etalon sifatida Moos jadvaldagi minerallarning qattiqlik soni professor Xrushev tomonidan aniqlangan:

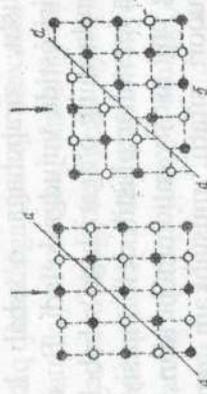
Talk	2,4	Ortoklaz	795
Gips	36	Kvars	1120
Kalsit	109	Topaz	1427
Flyuorit	189	Korund	2060
Apatit	536	Almaz	10060

Qattiqlikni aniqroq o'lchaydigan usullar kristallarning yo'nalishlari bo'yicha har xil mikroqattiqlikka ega ekanligini tasdiqlashdi, ya'ni qattiqlik anizotropi m mavjudligini yana bir karra isbotladi. Kristallar qattiqligi ularning ichki tuzilishlari bilan chambarchas bog'langanligi isbotlandi.

### **Mexanik deformatsiyalar**

Deformatsiya so'zi lotin tilidan olingan bo'lib tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning hajmi yoki shakli o'zgarishi demakdir. Og'irligi esa o'z holicha qoladi. Tashqi kuchlarning kristallarga ta'sir etish darajasiga qarab mexanik deformatsiya ikkiga bo'linadi: elastik (egiluvchanlik) va plastik (siljishlik).

Jismlarning jumladan kristallarning biron tomoniga yoki qirrasiga katta og'irlik yoki bosim kuchi ta'sir etilisa uning avvalgi vaziyati o'zgaradi (zichlashadi, egiladi, qiyshayadi va h.k.). Agar tashqi ta'sir etuvchi kuch olib toshlansa, kristall avvlgi holatiga qaytadi, bu esa elastik deformatsiyasi deyiladi. Kalsit, silyuda va boshqa minerallar kristallarida bu hodisa yaqqol ko'rinadi.



31-Rasm Osh tuzining (NaCl) (110) tekisligi bo'yicha siljishi (plastik deformatsiyasi) ← Na, o- Cl.

Yuqorida aytilgan tashqi kuch ko'p vaqtgacha o'z ta'sirini o'tkazib tursa kristalda qaytmas (qaytarib bo'lmaydigan) jarayonlar (fazoviy panjara tugunlarining, to'rtli tekisliklarining siljishi, darz ketishi, uzilishi va h.k.) yuzaga keladi. Bunday hodisalar plastik deformatsiya-deb ataladi. Kristaldagi o'zgarish jarayonlar fazoviy panjaraning to'rtli tekisliklari bo'yicha yuzaga keladi. Bu yo'nalish siljish tekisligi deyiladi. 31-rasmda Osh tuzining to'rtli tekisligi (a) va uning tashqi kuch ta'sirida o'zgarishi (b) aks etdirilgan. Tashqi kuch ta'sirida (strelka bilan ko'rsatilgan) dd tekisligi bo'yicha kristall to'rtli tekisligi tugunlari pastga qarab (o'ng tomondagi qismiga nisbatan) siljiydi, ya'ni plastik deformatsiyasiga uchraydi. dd-siljish tekisligiga to'g'ri keladi. Bu holatda to'rtli tekislikning (31-rasm, b) bir qismida faqat xlor qatorlari, ikkinchi qismida natriy qatorlari vujudga keladi. Ustki qo'shni to'rtli tekislikda esa xlor ionlari qatoriga qarama-qarshi natriy ionlari qatori joylashadi; aksincha, natriy qatoriga qarama-qarshi xlor ionlari joylashadi.

Kristallarning bunday defomatsiyalanishlari (siljishlari) natijasida qo'shaloqlar paydo bo'lgan holatlar ko'p uchraydi. Masalan, granitoid intruzivlari bilan ohak toshlar tutushgan joylarda (kontaktda) hosil bo'lgan kalsitlarda polisintetik qo'shaloqlar yuzaga keladi.

Plastik defomatsiya tabiiy va sun'iy kristallarda juda ko'p tarqalgan. Ayniqsa metallarda ko'p uchraydi. Kristall qiyshayishi, egilishi, zirapchaga o'xshab ko'rinishi plastik defomatsiya ta'siri ostida vujudga keladi. Bu esa real kristallar simmetriya elementlarining o'zgarishiga sababchi bo'ladi.

Hozirgi kunda kristallar plastik defomatsiyalarini o'rganish kristallofizikaning eng asosiy muommolaridan biri bo'lib qoldi. Chunki yangi, yuqori sifatli, mustahkam zamonaviy texnika talablariga javob bera oladigan sun'iy kristallarni barpo etishda ularning mexanik xususiyatlariga e'tibor berish zarur.

Yuqorida ko'rsatilganidek plastik defomatsiya natijasida yuzaga keladigan siljish, qo'shaloqlar paydo bo'lish jarayonlari, kristallardagi mayda ko'zga ilg'amas darzlar, fazoviy panjaralarning bir-biriga nisbatan teskari joylashib qolishi, tugunlarning o'rin almashib qolish, dislokatsiyalar (ma'lum yo'nalishlar bo'yicha kristall ichki tuzilishining buzilishi) bilan bog'liq. Kristallarning ichki tuzilishidagi defektlari ularning fizik (mexanik) xususiyatlariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun hozirgi paytda kristallardagi defektlar keng ko'lamda o'rganilmoqda.

Bu masalaning amaliy ahamiyati ham katta. So'ngi yillarda o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar asosida qo'yidagi kristall defektlarning turlari aniqlanadi:

1. Nuqta defektlari (kristallning fazoviy panjaralarning tugunlari orasida joylashgan atomlar, bo'sh qolgan tugunlar, kristall rangini o'zgartiruvchi markazlar (atomlar, ionlar) va x.k.
2. Yo'nalish defektlari (dislokatsiyalar).
3. Yuzali defektlar (donachalar chegarasi, qo'shaloqlar, ichki tuzilishidagi ma'lum bir qismining siljishi va x.k.)

4. Hajmli defektlar (kristall ichidagi bo'shliqlar, begona jinslar aralashmalari va x.z.)

Fan-texnika va gemmologiya sohalarida ishlatiladigan kristallarni defektsiz sun'iy usulda hosil qilish hozirgi kunning dolzarb muommolaridan biri bo'lib qolmoqda.

### **Kristallarning tarangligi**

Ma'lumki qattiq jismlarga tashqi mexanik kuchlar (siqish, cho'zish, bosish va x.k.) ta'sir etsa, ularning tashqi ko'rinishi va hajmi o'zgaradi, ya'ni oldingi bo'limda aytilganidek defomatsiyalanadi. Agar tashqi kuch ta'siri ma'lum myorda bo'lib undan keyin olib tashlansa, qattiq jism o'zining avvalgi holatiga (ko'rinishiga) qaytadi.

Tashqi kuch ta'siri meyo'ridan oshib ketsa, qattiq jismning ichki tuzilishi buziladi, sinadi, pachoqlanadi. Bu qaytmas defomatsiya deyiladi. +attiq jism defomatsiyalangandan so'ng o'zining avvalgi holatiga qaytishi qattiq jismning tarangligi deb ataladi.

Kristallarda ham taranglik hodisasi yaqqol kuzatiladi. Bunga kalsit siderit, dolomit, barit, va boshqalar misol bo'la oladi.

Agar kristall uzunligining (cho'zinchoqligining) o'zgarishini- $\lambda$  (lyamda) harfi, bosimni - R bilan belgilasak yo'nalishli siqilish koeffitsienti- $K_1$  ni aniqlash mumkin.

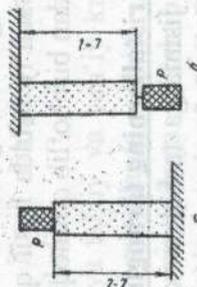
$$K_1 = q \lambda / R$$

Kristallarning siqilish koeffitsienti ta'sir etuvchi kuchning yo'nalishiga, ularning qattiqligi, ichki tuzilishi, hosil bo'lish sharoitlari, tarkibidagi kimyoviy elementlarning o'zaro bog'lanish xususiyatlariga, ayniqsa ularga ta'sir etuvchi tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olish imkoniyatiga bog'liq.

Kristallarning tashqi mexanik kuch ta'siriga qarshilik ko'rsata olish imkoniyatiga taranglik moduli (Ye) yoki Yung moduli deyiladi, va qo'yidagicha ifodalaniadi:

$$Ye = q P / Nq_1 / K_1$$

Kristalldan kesib olingan uzunligi 1 sm, ko'ndalang kesimi 1 mm<sup>2</sup> teng bo'lgan kesmaga ta'sir etgan kuch qiymati kg bilan o'lchanadi.



32-Rasm. R-yuk ta'sirida kristalning siqilishi (a) va cho'zilishi (b).

Agar uzunligi- L va ko'ndalang kesmi q-ga teng bo'lgan kristall kesmasini stol ustiga qo'yib, uning yuqorisiga og'irligi R bo'lgan biror yuk bostirib qo'yilsa, kesma siqiladi va uning uzunligi bir- miqdorida qisqaradi. U holda kesma uzunligi L- $\ell$  tga teng bo'ladi. Shu kesmani biron joyga maxkamlab uning pastki qismiga og'irligi R-ga teng bo'lgan yukni osib qo'ysak cho'ziladi. Bu kesma uzunligi L+ $\ell$  ga barobar bo'ladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, yuqorida aytilgan ikkala holatda ham  $\ell$  ning qiymatini qo'yidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$\ell = q \frac{R\ell}{q} \cdot e \text{ (Guk qonuni)}$$

Shunday qilib kristall kesmasining qisqarishi yoki cho'zilishi unga ta'sir etuvchi R-yukning og'irligiga (kuchiga), hamda uning uzunligi L-ga to'g'ri proporsional, aksincha ko'ndalang kesimi q ga teskari proporsional holatda bo'ladi. Bundan tashqari,  $\ell$  - siqilish va cho'zilish koeffitsiyenti deb atalgan e-qiymatiga doimo proporsional ravishda bo'ladi. Agar Rq1, Lq1, qq1 bo'lsa koeffitsiyent eql cho'zilish koeffitsiyenti bir xil jismlarda to'g'ri qiymatga ega bo'lib, kesma o'lchamiga bog'liq emas. Har qaysisi bir jinsli amorf jismlarda cho'zilish koeffitsiyenti ma'lum bir qat'iy qiymatga ega bo'lib bu jinsning yo'nalishlari bo'yicha o'zgarmaydi.

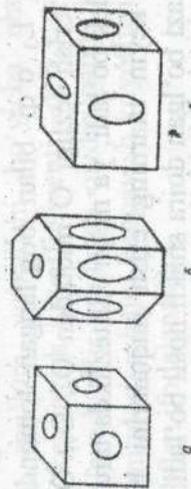
Kristallarda esa tamomila boshqacha holatni kuzatish mumkin. Ularning yo'nalishlari bo'yicha qirqib olingan kesma

o'lchamlari birdek bo'lishiga qaramasdan, siqilish koeffitsiyentlari bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi. Masalan, kristall uzunligiga parallel yo'nalishda qirqib olingan kesma siqilish koeffitsiyenti uning, kristall bo'yicha perpendikulyar yo'nalishda kesib olingan kesma siqilish koeffitsiyentidan farq qiladi. Kristall bo'yicha qiya holatda qirqib olingan kesma siqilish koeffitsiyenti esa ulardan ham boshqacharoq qiymatga ega bo'ladi.

Xulosa shundaki, kristallar anizotropik xususiyatga ega bo'lganligi uchun ularning yo'nalishlari bo'yicha siqilish koeffitsiyenti o'zgaruvchan qiymatga ega. Bunday xususiyat o'rta va quyi tabaqa kristallarida siqilish koeffitsiyenti barcha yo'nalishlari bo'yicha birdek qiymatga ega. Chunki ular izotropik xususiyatga ega.

### Issiqlik o'tkazish xususiyatlari.

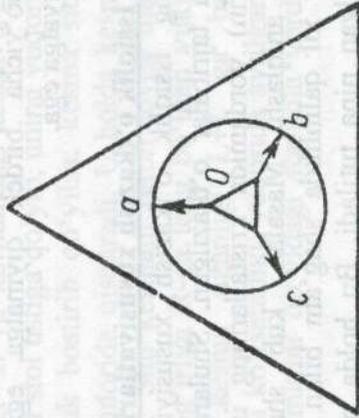
Kristallarning issiqlik o'tkazish xususiyatlarini aniqlash uchun ko'pgina tajribalar o'tkazilgan. Shulardan eng oddiyisi shag'am (parafin) yordamida kristallarning issiqlik o'tkazish xususiyatlarini aniqlash. Masalan, kub shaklidagi kristall tomonlarini bir xil qalinlikda shag'am bilan qoplab, markaz qismiga qizdirilgan nina tutiladi. Bu holda nina uchi tekkan nuqtadan shag'am barcha tomonlarga bir xil tezlikda eriy boshlaydi. Ma'lum vaqt o'tkandan keyin erish nuqtalari o'zaro birlashtirilsa doira shakli hosil bo'ladi (33-rasm).



33-rasm. Kub (a), geksagonal prizma (b) va rombik prizma (v) tomonlarida shag'amning erish shakllari.

Bundan kubning barcha tomonlari bo'yicha issiqlik, bir xil tezlikda tarqaladi-degan xulosa chiqarish mumkin. Shuning kabi yuqori tabaqa kristallarining barchasida ham shu hodisani kuzatish mumkin. Demak yuqori tabaqa kristallarining, izotropik xususiyatiga ega bo'lganligi uchun, issiqlik barcha tomonlarga bir xil tezlikda tarqaladi.

Yuqorida ko'rsatilgan tajribani o'rta tabaqa (geksagonal, trigonal, tetragonal singoniyalari) kristallarida o'tkazsak tamomila boshqacha holni kuzatish mumkin. Masalan, trigonal prizmaning uchinchi darajali o'qiga perpendikulyar joylashgan tomonni (pinakoidni) olaylik.



34-rasm. Rasm  $L_3$  o'qiga perpendikulyar joylashgan tomondagi shag'amning erish shakli.

Tajribani  $L_3$  o'qi bilan bog'langan tomonda takrorlasak, shag'amning erish tezligi  $O$  nuqtadan  $O_a$ ,  $O_v$ ,  $O_s$  yo'nalishlari bo'yicha birdek bo'ladi, ya'ni bir xil tezlikda tarqaladi. Ma'lum bir vaqtdan keyin ularning erish nuqtalarini birlashtirsak  $O$  nuqtasi markazi bo'lgan doira shakli hosil bo'ladi. Shuning kabi to'rtinchi, oltinchi darajali o'qlarga perpendikulyar bo'lgan tomonlarda, ham issiqlik o'tish (erish) tezligi doira shaklida, bo'ladi. Lekin trigonal tetragonal va geksagonal prizmalarning  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_6$  o'qlariga parallel bo'lgan tomonlarida issiqlik tarqalish

tezligi yo'nalishlar bo'yicha o'zgaradi. Ularda issiqlik tarqalish tezligining shakli elipsni ifodalaydi. Demak o'rta tabaqa kristallarining anizotropik xususiyatlariga binoan issiqlik ikki yo'nalishda har xil tezlik bilan tarqaladi.

Quyida tabaqa kristallarining tomonlarida issiqlik o'tkazish tezligi har xil bo'lib, bir-biriga perpendikulyar holatda joylashgan o'qlari turli o'lchamdagi ellipsoidlar shaklida tarqaladi.

Real kristallarda issiqlik o'tkazish asosan ularning ichki tuzilishiga va tajribaga bog'liq. Ularning ichki tuzilishida mayda darzlar va boshqa nuqsonlar, tarkibida esa begona mexanik aralashmalar qanchalik ko'p bo'lsa, issiqlik o'tkazish xususiyati shunchalik past bo'ladi.

### Issiqlikdan kengayish xususiyatlari

Issiqlik ta'sirida kristallarning kengayishi ularning issiqlik o'tkazish xususiyatlariga bog'liq. Agar kub singoniyali kristallardan shar shaklida kesma qirqib olib qizdirilsa, uning hajmi kattalashadi, barcha tomonlarga birdek kengayadi, ammo shakli o'zgarmaydi. O'rta tabaqa (trigonal, tetragonal, geksogonal) kristallardan kesib olingan shar qizdirilsa u ham kengayadi, lekin yo'nalishlari bo'yicha barobar kengaymaganligi uchun cho'zinchoq, yoki yassi ellipsoid shaklida bo'ladi. Quyida tabaqa (triklin, monoklin, va rombik singoniyalari) kristallaridan tayyorlangan shar qizdirilsa u kengayadi va uch o'qli ellipsoid shakliga aylanadi. Chunki sharning uch yo'nalishida kengayish hajmi (tezligi) uch xil bo'ladi. Bir gradusga qizdirilganda kristallning ma'lum yo'nalishi bo'yicha cho'zilish miqdori yo'nalishli kengayish koeffitsiyenti  $\alpha$ -deb yuritiladi va  $\beta$  harfi bilan belgilanadi. Bir gradusga qizdirilganda kristal hajmining o'zgarishi miqdoriga hajm kengayish koeffitsiyenti-deb ataladi va  $\alpha$  harfi bilan ifodalanadi.

Natriyning izotipli galogenli birikmalarida hajm kengayish koeffitsiyenti  $\alpha$  bilan ionlar oralig'i masofasi  $d$  o'rtasida uzviy bog'lanish aniq ko'rinadi (4-jadval):

4-jadval

Natriy galogenlari	d, A°	$\alpha \cdot 10^6$
NaF	2,31	108
NaCl	2,82	120
NaBr	2,98	129
NaI	3,23	145

Kristallarning issiqlik ta'sirida kengayishi ularning ichki tuzilish xususiyatlariga va koordinatsiya soniga bog'liq. Koordinatsiya soni qanchalik yuqori bo'lsa issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti ham shunchalik yuqori bo'ladi va aksincha. Masalan;  $C_3Cl$ , NaCl va ZnS birikmalarining koordinatsiya sonlari pasayishi bilan ularning issiqlikdan kengayish koeffitsiyentlari pasayadi; 8, 6 va 4 ga teng bo'ladi. Kub singoniy kristallarida issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti atomlar oralig'i masofasiga to'g'ri proporsional va ular tarkibidagi elementlarga teskari proporsional. O'rta va quyi tabaqa kristallarining yo'nalishlari bo'yicha har xil tezlikda kengayishi ularning bir xil tomonlari orasidagi burchaklarning o'zgarishiga olib keladi.

Harakat ta'sirida tomonlar orasidagi burchaklar qiymatining o'zgarishi 1829 y. E.Mitcherlix tomonidan qayd qilingan edi.

#### Elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlari

Kristallar tarkibi, ichki tuzilishi, atom va ionlarning o'zaro bog'lanish turlariga qarab elektr tokining har xil o'tkazadi. Atomlari metall bog'lanishga ega bo'lgan, sof metall kristallar tokni yaxshi o'tkazadi.

Masalan: mis, temir va boshqalar. Aksariyat ionli va kovalentli bog'lanishga ega bo'lgan ko'pgina kristallar va minerallar oddiy sharoitda elektr tokini o'tkazmaydi (diyelektrik). Lekin bu bog'lanishlardagi ko'pgina kristallar ishqalanganda, qizdirilganda, cho'zganda, siqqanda zaryadlanish va tok o'tkazish xususiyatiga ega bo'ladi. Ba'zi bir kristallarni qizdirganda elektrlanishiga piroyelektrik, siqqanda elektrla-

nishiga-piroyelektrik xususiyati deyiladi. Bular amaliy ahamiyatga ega bo'lib texnika sohasida keng kulamda ishlatiladi.

#### Piroyelektrik xususiyati

Issiqlik ta'sirida kristalllarda elektr zaryadlarining paydo bo'lishiga kristallning piroyelektrik xususiyati deyiladi.

Kristallarning piroyelektrik xususiyatlari tasodifan kashf etilgan. Issiq kulda yotgan turmalin kristalining bir uchiga kul kukunlari yopishib kolganligi kuzatilgan. Buning sababi Kund (1883 y.) tomonidan o'tkazilgan tajribada aniqlangan. Kund turmalin kristalini qizdirib bir uchiga manfiy zaryadli, mayda sariq rangli oltingugurt kukunini sepgan, ikkinchi uchiga esa musbatli zaryadli, qizil rangli surik ( $Pb_3 O_4$ ) kukunini sepgan. Turmalin kristalining musbat zaryadlangan uchi sariq rangga, manfiy zaryadlangan uchi qizil rangga bo'yalgan.

Shunga asoslanib, qizdirilgan turmalin kristallarining uchlarida qutblashgan elektr zaryadlari yuzaga keladi, degan xulosa chiqarilgan.

Piroyelektrik xususiyat kristallarning uzunchoq, ko'pincha yakka yo'nalishga mos tushadigan o'qlari ( $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_6$ ) bo'ylab vujudga keladi. Undan tashqari kristallning inverziya markazi bo'lmashligi va ikki uchi qutblashgan, bir xil shaklda bo'lishi shart. Bunday shartlarga turmalin (murakkab tarkibli-bor elementining kalsiyli, magniyli alyumosilikatli) minerali javob bera oladi.

Turmalin ditrigonal prizma bilan ditrigonal dipiramida kombinatsiyasi shaklidagi kristallar hosil qiladi. Simmetriya elementlari  $-L_3 3R L_3 -o'qi$  yakka yo'nalishiga mos keladi. Shuning uchun qizdirganda yuqorida aytilganidek uning kristallarining uchlarida qutblashgan elektr zaryadlar hosil bo'ladi. Kristall sovugandan keyin qutblar o'rin almashadilar. Bu hodisa shu kungacha qanoatlanarli ravishda nazariy asoslanmagan. Lekin piroyelektrik xususiyatining vujudga kelishini real kristalllarda yakka yo'nalish uchlaridagi fazoviy panjara tugunlarining zichroq joylashishi bilan tushuntiriladi.

Piroyelektrik xususiyatli kristallar to'liq uzunligi (30 chastota) qisqa bo'lgan —ultratovush manbai, stabilizator sifatida, radiotexnika va elektronika sanoatlarida keng kulamda ishlatiladi.

Piroyelektrik xususiyat kristallarning piezoelektrik xususiyatlari bilan bog'liq, chunki kristallni qizdirganda uning hajmi o'zgaradi.

### **Piezoelektrik xususiyati**

Kristallarni siqish va cho'zish ta'sirida elektrlashtirish ularning piezoelektrik xususiyatlari deyiladi. Piezoelektrik so'zi grek tilidan olingan bo'lib, elektrlashtirish va bosim degan ma'noni bildiradi. Aniqrog'i kristallarning bosim ta'sirida elektrlanishi demakdir. Elektrlanish kristallarining ma'lum bir yo'nalishlari bo'yichagina yuzaga keladi. Bu yo'nalishga perpendikulyar joylashgan qarama-qarshi tomonlardan bittasi musbat zaryadga, ikkinchisi esa manfiy zaryadga ega bo'ladi. U qutblashgan yo'nalishlar deb yuritiladi.

Qutblashgan va qutblashmagan yo'nalishlarning farqi 20-rasmda keltirilgan. Cheksiz davom etuvchi AV to'g'ri chizig'i ustida yotgan a va b fazoviy panjara zarrachalarining (tugunlarining) oraliq birdek. AV yo'nalishi bo'yicha qaraganda ham, VA yo'nalishi bo'yicha qaraganda ham ular oraliqidan masofalar ham birdek, o'zgarmaydi. Bunday holat qutblashmagan yo'nalishlar uchun xos. Lekin DYe yo'nalishida zarrachalarning tomomila boshqacha joylashganligini ko'ramiz. Bu yerda «a» va «b» juftlashib, ularning oraliq masofasi birdek «ab» holatida joylashadi va takrorlanadi. ED yo'nalishida qaraganimizda ham shu holatni ko'rishimiz mumkin. Lekin juftlashgan (ab) zarrachalarning (ba) oraliq uzun. U juftlashgan zarrachalarning oraliqiga to'g'ri kelmaydi. Zarrachalarning bunday joylashishi qutblashgan yo'nalishlar uchun xarakterlidir.



35-rasm. A-V-qutblashmagan yo'nalish,  
D-Y-qutblashgan yo'nalish.

Kristallarning piezoelektrik xususiyatlari shunday yo'nalishlar bo'yicha vujudga keladi. Bunday yo'nalishlar elektr o'qi, deb yuritiladi.

Kristallning inveriya markazidan o'tgan yo'nalishda piezoelektrik xususiyati bo'lmaydi. Chunki inveriya markazi S-ning ikkala tomonida teng masofaga ega bo'lgan zarrachalar joylashgan. Shuning kabi simmetriya tekisligiga va bir xil darajali o'qlar soni juft bo'lgan yo'nalishlarda ham bu xususiyat bo'lmaydi. Demak, kristallarning piezoelektrik xususiyatlarini aniqlashda, ularning simmetriya elementlarini va fazoviy panjaralaridagi zarrachalarning joylashishini hisobga olish lozim.

Piezoelektrik xususiyatining mavjudligini kvars kristali misolida ko'rish mumkin. Kvars kristali aksincha simmetriya turiga, trigonal singoniyasiga mansub. Simmetriya elementlari  $L_3$ ,  $L_2$  bo'lgan kvarsning  $L_3$  -o'q bo'yicha yo'nalishi piezoelektrik xususiyatiga ega emas. Chunki unga perpendikulyar holda uchta ikkinchi darajali o'qlar joylashgan.  $L_2$  - o'qlari piezoelektrik xususiyatiga ega. Chunki uning bironta ikkinchi darajali o'qini  $180^\circ$  aylantirib qarasaq bu o'qning ikki uchi har xil vaziyatda joylashgan bo'ladi. Yuqorida ko'rsatilganidek elektr o'qiga mos keladi. Shuning uchun har bir

$L_2$  yo'nalishida qutublashgan elektr zarrachalari yuzaga keladi, piezoelektrik xususiyati namoyon bo'ladi.

Bunday kristallar siqilganda bir uchida musbat, ikkinchi uchida esa manfiy elektr zaryadlari paydo bo'ladi, cho'zilganda esa qutublashgan zaryadlar o'rin almashadi. Avvalgi musbat qutb manfiy qutbga, manfiy qutb esa musbat qutbga aylanadi. Kvars kristallidan  $L_2$ -o'qiga perpendikulyar yo'nalishda yupqa plastinka kesib olib, o'zgaruvchan tok maydoniga joylashtirilsa unda piezoelektrik xususiyati paydo bo'ladi. Bu sharoitda o'zgaruvchan tok ta'sirida siqilishi va cho'zilishi natijasida to'liqlanuvchi harakat yuzaga keladi. U bir sekunda 10-50 marta to'liqlanishi mumkin. Plastinkaning mexanik to'liqlanish harakat atrof muhitdagi zarrachalarga ta'sir qilib, bu muhitda ultra tovushli to'liqlar tarqatadi. Bunday to'liqlar suvda uzoq masofalarga tarqalishi mumkin. Shuning uchun dengizlardagi suv osti kemalarining o'zaro aloqa bog'lash, dengiz chuqurligini o'lchash asboblari, radiotexnikada, elektronikada, va texnikaning yangi sohalarida keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda 500ga yaqin har xil kristallarining piezoelektrik xususiyatlari o'rganilgan. Lekin ular o'ndan biri amaliy ahamiyatiga ega. Kvarsdan tashqari turmalin, segnet tuzlari ( $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) piezoelektrik xususiyatiga ega va amaliyotda keng ko'lamda ishlatiladi.

### Magnitlik xususiyati

Minerallar magnitli va magnitsiz xususiyatga ega bo'ladi. Magnitli xususiyat atomlarining bir-biriga nisbatan joylashishi va o'zaro ta'sir ko'rsata olish qobiliyatlariga bog'liq. Elektronlari o'zaro jipslashgan, magnit momentlari orqali qo'shilgan atomlarda magnitli xususiyat bo'lmaydi. Ular ikkita prallel qarama-qarshi yo'nalishli o'qlar  $\uparrow\downarrow$  bilan ifodalanadi. Atomlari jipslashmagan elektronlar magnitli xususiyatiga va atom magnit momentiga ega. Ular bir tomonga yo'nalgan yakka o'q  $\downarrow$  bilan belgilanadi.

Aslida kristallarning magnitli xususiyatlari elektronlarning atom yadrosi, hamda o'z o'qlarining atrofida muttasil aylanishiga bog'liq. Bu xususiyatning asosiy omillaridan biri magnit ta'sirchanligidir. Magnit ta'sirchanligi ( $\chi$ ), kristalning magnit momentining birligi I, magnitmaydoni kuchlanishi, N nisbatiga bog'liq:

$$\chi = q \cdot I / H$$

Magnit ta'sirchanligi kuchiga qarab kristallar diamagnitli, paramagnitli, ferromagnitli va antiferromagnitli turlarga bo'linadi.

Diamagnitli kristallarning ichki tuzilishida ishtirok etuvchi atomlar magnitsiz, chunki ularning magnit momentlari orqali bir-biriga jipslashgan, har qaysisi alohida-alohida magnit momentiga ega emas. Bunga misol sof mis va osh tuzini (galit) ko'rsatish mumkin.

Paramagnitli kristallar ichki tuzilishida qatnashadigan barcha atomlar magnitli xususiyatiga ega bo'ladi, yoki magnitli xususiyatiga ega bo'lgan atomlarning aralashmasidan iborat bo'ladi. Metallarni magnit sifatida o'ziga tortish xususiyatlari sezilmaydi. Masalan pirit ( $\text{FeS}_2$ ).

Ferromagnitli kristallarning ichki tuzilishida atomlarning barchasi magnitlik xususiyatiga ega yoki bunday atomlar ma'lum miqdorda ularning tarkibida aralashma holida qatnashadi. Bunday kristallar kuchli magnitli xususiyatga ega. Misol qilib, tabiiy sof temini ko'rsatish mumkin. Antiferromagnitli kristallar ichki tuzilishida qatnashadigan atomlarning barchasi magnitli xususiyatga ega yoki bunday atomlarning aralashmasidan iborat. Ularda magnitlik xususiyat kam bo'ladi. Masalan, gematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Lekin ular ikki turga bo'linadi: birinchisida atomlar o'zaro magnit elkalari orqali jipslashib magnitlik xususiyatini pasaytiradi. Masalan, gematit; ikkinchisi magnit elkalari bilan jipslashmagan antiferromagnit kristallari ya'ni ferrimagnitlik kristallar deyiladi. Bunday kristallarning magnitlik xususiyatlari yuqori darajada bo'ladi. Unga o'xshash kristallar o'zlarining atroflarida magnit

maydonini vujudga keltiradi. Misol qilib, magnetitni ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ) ko'rsatish mumkin.

### Minerallar tasnifi

Minerallar fizik - kimyoviy jarayonlar natijasida yer yuzi va ichki qismida vujudga keladi. Har bir mineral faqat o'ziga xos kristallik tuzilishiga ega bo'lgan aniq tabiiy birikmadan iborat va kimyoviy elementlardan tuzilgan.

Minerallar tasnifini tuzishda asosan kimyoviy ichki tuzilishi prinsipiga amal qilinadi. Minerallarning kimyoviy birikmalari turiga qarab sinflarga va guruhlariga ajratiladi.

**1. Sof tug'ma elementlar sinfi.** Bu elementlar soni 30 dan ortiq, ko'pchilik qismini metallar tashkil etadi. Sof elementlarning yer qobig'idagi miqdori - 0,1 foizni tashkil qiladi.

Metall xillariga oltin, kumush, mis, platina va nometall turlariga oltingugurt, grafit, olmos kiradi.

**2. Sulfidlar va sulfotuzlar sinfi.** Bu guruhga 40 dan ortiq metallarning oltingugurtli, selenli, tellurli, margimushli va surmali birikmalari kiradi. Ular yer qobig'ining 0,15% ini tashkil qiladi. Bu guruhga oid minerallarning eng muhimlari: xalkozin -  $\text{Cu}_2\text{S}$ , argenit -  $\text{Ag}_2\text{S}$ , galenit -  $\text{PbS}$ , sfalerit -  $\text{ZnS}$ , grinokit -  $\text{CdS}$ , kinovar -  $\text{HgS}$ , nikelin -  $\text{NiS}$ , pentlandit -  $(\text{Fe Ni})_9\text{S}_8$ , xalkopirit -  $\text{CuFeS}_2$ , auripigment -  $\text{As}_2\text{S}_2$ , realgar -  $\text{AsS}$ , antimonit -  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , vismutin -  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , molibdenit -  $\text{MoS}_2$ , pirit -  $\text{FeS}_2$ , kobaltin -  $\text{SoAsS}$ , arsenopirit -  $\text{FeAsS}$  va boshqalar.

**3. Galoid birikmalar sinfiga** floridlar, xloridlar, bromidlar va ioditlar guruhi minerallari kiradi. Bularning ko'pchiligi ion bog'lanishli birikmalar hosil qilib, kimyoviy nuqtai nazardan qaraganda  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  va  $\text{HJ}$  kislotalarining tuzlaridan iborat. Bu guruhga mansub minerallar floridlar - flyuorit -  $\text{CaF}_2$ , xloridlar - galit -  $\text{NaCl}$ , silvin -  $\text{KCl}$ , kerargirit -  $\text{AgCl}$  va karnallit -  $\text{MgCl} \cdot \text{KCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

**4. Oksidlar sinfi.** Kislorod bilan 40 ga yaqin elementlar turli xil birikmalar hosil qiladi. Yer po'stidagi oksidlarning umumiy

og'irligi 17% ni tashkil etadi. Bundan 12,0% kremnezyom oksidi, 3,9% temir oksidi va gidroksidi va qolgan qismini alyuminiy, marganets, titan va xrom oksidlari va gidroksidlari tashkil qiladi. Bu guruhga kiradigan minerallar sodda va murakkab oksidlar va gidroksidlar deyiladi. Tabiatda keng tarqalganlariga: kuprit -  $\text{CuO}$ , korund -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , gematit -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ilmenit -  $\text{FeTiO}_3$ , megnetit -  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , shpinel -  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , xrizoberill -  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ , rutil -  $\text{TiO}_2$ , kassiterit -  $\text{SnO}_2$ , piroluyuzit -  $\text{MnO}_2$ , kvars -  $\text{SiO}_2$  va boshqalar kiradi.

**5. Karbonatlar sinfiga** kiruvchi minerallar tabiatda keng tarqalgan. Bularga kalsit -  $\text{CaCO}_3$ , magnezit -  $\text{MgCO}_3$ , siderit -  $\text{FeCO}_3$ , smitsonit -  $\text{ZnCO}_3$ , rodoxrozit -  $\text{MnCO}_3$ , serussit -  $\text{PbCO}_3$ , malaxit -  $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ , azurit -  $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$  suvli karbonatlarga soda -  $\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  kiradi.

**6. Sulfatlar sinfiga** oid minerallar juda ko'p va xilma xil birikmalar hosil qilsada, yer qobig'ida keng tarqalgani kam. Sulfatlar: barit -  $\text{BaSO}_4$ , selestin -  $\text{SrSO}_4$ , anglezit -  $\text{PbSO}_4$ , angidrit -  $\text{CaSO}_4$ , gips -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , mirabilit -  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar.

**7. Silikatlar sinfiga** juda ko'p minerallar kiradi. Bizga ma'lum minerallarning 1/3 qismini tashkil etadi. Bu guruhga kiruvchi minerallar barcha tog' jinslarining asosiy qismini tashkil etadi va jins hosil qiluvchi minerallar deb ataladi. Shuning uchun ham ular sinchkovlik bilan batafsil o'rganilgan.

Rentgen yordami bilan o'tkazilgan tekshirishlar (kristallokimyoviy kuzatishlar) tufayli silikatlarning ichki tuzilishi ularning kimyoviy tarkibi bilan uzviy bog'liqdir, shu bilan birga minerallarning muhim fizik xususiyatlarini, hatto ma'lum darajada genezisini (hosil bo'lishini) aks ettira oladi.

Silikatlarning tuzilishini rentgenoskopik yo'l bilan tekshirish natijasida ular quyidagi sinflarga bo'linadi: orolsimon, halqasimon zanjirsimon, lentasimon, varaqsimon va karkassimon silikatlar.

### Birikmalar sinflari (A.G.Bulax, 1999)

#### Oltinugurtli birikmalar sinfi

##### Mis-kumush-oltin qatori

#### Mis minerallari

Xalkozin	Cu <sub>2</sub> S	Kovellin	CuS
Xalkopirit	CuFeS <sub>2</sub>	Kubanit	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>3</sub>
Bornit	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	Berselianit	Cu <sub>2</sub> Se
Domeykit	Cu <sub>3</sub> As		

#### Sulfosollar

Blekle 'ye rudo'	Cu <sub>3</sub> (Sb,As) <sub>3</sub> S <sub>3</sub>
Yenargit	Su <sub>3</sub> As <sub>4</sub>

#### Kumush minerallari

Argentit	Ag <sub>2</sub> S
Shtromeerit	(Ag,Cu) <sub>2</sub> S
Shternbergit	AgFe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Gessit	Ag <sub>2</sub> Te
Diskrazit	Ag <sub>3</sub> Sb

#### Sulfosollar

Prustit	Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub>
Pirargirit	Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>
Stefanit	Ag <sub>5</sub> SbS <sub>4</sub>
Polibazit	(Ag,Cu) <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> S <sub>11</sub>

#### Oltin minerallari

Kalaverit	AuTe <sub>2</sub>
Silvanit	AuAgTe <sub>4</sub>
Nagiagit	Au (Pb <sub>6</sub> S,Te) <sub>14</sub> (Ste <sub>11</sub> )

#### Rux - kadmiy - simob qatori

#### Rux minerallari

Sfalerit	ZnS
Vyurtsit	ZnS

#### Simob minerallari

Kinovar	HgS
Metatsinnabarit	HgS

#### Kadmiy minerallari

Grinokit	CdS
----------	-----

#### qalayi - qurg'oshin qatori

#### qalayi minerallari

Stannin	Cu <sub>2</sub> FeSnS <sub>4</sub>
---------	------------------------------------

#### qo'rg'oshin minerallari

Galenit	PbS
Altait	PbTe

#### Sulfosollar

Djemonit	Pb <sub>4</sub> FeSb <sub>2</sub> S <sub>14</sub>
Bulanjerit	Pb <sub>5</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>11</sub>
Burnonit	CuPbSbS <sub>3</sub>
Aykinit	CuPbBiS <sub>3</sub>

#### Margimush-surma-vismut qatori

#### Margimush minerallari

Realgar	AsS
Auripigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>

#### Vismut minerallari

Vismutin	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Tetradimit	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> S

#### Surma minerallari

Antimonit	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
-----------	--------------------------------

### Molibden-valfram qatori

#### Molibden minerallari

Molibdenit

MoS<sub>2</sub>

#### Volfram minerallari

Tungstenit

WS<sub>2</sub>

#### Marganets qatori

MnS

Alabandin

#### Temir minerallari

Fe<sub>1-x</sub>S

Pirrotrin

FeS<sub>2</sub>

Pirit

FeS<sub>2</sub>

Markazit

FeAs<sub>2</sub>

Lellingit

FeAsS

Arsenopirit

#### Kobalt minerallari

Kobaltin

CoAsS

Cmaltin

CoAs<sub>3-2</sub>

#### Nikel minerallari

Gersdorffit

NiAsS

Xloantit

NiAs<sub>3</sub>

Nikelin

NiAs

Millerit

NiS

Pentlandit

(Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>

#### Platina minerallari

Sperrilit

PtAs<sub>2</sub>

#### Oksidli birikmalar sinfi

##### Oddiy oksidlar

#### Mis qatori

Kuprit

CuO

Tenorit

CuO

### Berilliy-magniy-sink qatorlari

Bromellit

BeO

Periklaz

MgO

Brusit

Mg(OH)<sub>2</sub>

Sinkit

ZnO

### Bor-alyuminiy qatorlari

Sassolin

V(ON)<sub>3</sub>

Korund

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Diaspor

NAIO<sub>2</sub>

Byomit

AlOOH

Gidtragillit

Al(OH)<sub>3</sub>

### Titan-sirkoniy-toriy qatorlari

Rutil

TiO<sub>2</sub>

Anataz

TiO<sub>2</sub>

Brukrit

TiO<sub>2</sub>

Baddeleit

ZrO<sub>2</sub>

### Uglerod-qalay-kremniy qatorlari

Ugлекislo'y gaz

SO<sub>2</sub>

β-kvars

SiO<sub>2</sub>

Opal

SiO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O

Kassiterit

SnO<sub>2</sub>

Massikot

PbO

Plattnerit

PbO<sub>2</sub>

### Vanadiy qatori

Alait

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> · H<sub>2</sub>O

### Molibden-volfram-uran qatorlari

Molibdit

MoO<sub>3</sub>

Tungstit

H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>

Uraninit

UO<sub>2</sub>

### Margamush-surma-vismut qatorlari

Arsenolit  $As_2O_3$   
Valentinit  $Sb_2O_3$   
Servantit  $Sb_2O_4$   
Bismit (vismutovaya oxra)  $Bi_2O_3$

### Marganets qatori

Braunit  $Mn \cdot Mn \cdots O_3$   
Pirolyuzit  $MnO_2$   
Manganit  $Mn \cdot Mn \cdots O_2 (ON)_2$

### Temir qatori

Gematit  $Fe_2O_3$   
Gyotit  $HFeO_2$   
Lepidokrokrit  $FeOOH$

### Murakkab oksidlar

Xrizoberill  $BeAl_2O_4$  Shpinel  $MgAl_2O_4$   
Ganit  $ZnAl_2O_4$  Gersinit  $FeAl_2O_4$   
Magnetit  $Fe_3O_4$  Xromit  $Fe \cdot Cr_2O_4$   
Perovskit  $CaTiO_3$  Ilmenit  $FeTiO_3$

### Kolumbit-fantalit qatorlari

Kolumbit  $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_3$   
Tantalit  $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$

### Karbonatlar sinfi

#### Suvsiz karbonatlar

Kaltsit  $CaCO_3$  Magnezit  $MgCO_3$   
Smitsonit  $ZnCO_3$  Rodoxrozit  $MnCO_3$   
Siderit  $FeCO_3$  Sferokobaltit  $SoSO_3$   
Dolomit  $CaMg[CO_3]_2$  Ankerit  $Ca(Mg, Fe)[CO_3]_2$   
Aragonit  $CaCO_3$  Stronsianit  $SrCO_3$   
Viterit  $BaCO_3$  Serussit  $PbCO_3$

### Suvli karbonatlar

Malaxit  $Cu_2(OH)_2[CO_3]$  Azurit  $Cu_3(OH)_2[CO_3]_2$   
Gidrotsinkit  $Zn_5(OH)_6[CO_3]_2$   
Bastnezit  $(Ce, La, Pr)F[CO_3]$   
Coda  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

### Sulfatlar sinfi

#### Suvsiz sulfatlar

Tenardit  $Na_2SO_4$   
Glauberit  $Na_2Ca[SO_4]_2$   
Angidrit  $CaSO_4$   
Selistin  $SrSO_4$   
Barit  $BaSO_4$   
Anglezit  $PbSO_4$

### Suvli sulfatlar

Alunit  $KAl_3(OH)_6[SO_4]_2$   
Yarozit  $KFe_3(OH)_6[SO_4]_2$   
Mirabilit  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$   
Astraxanit  $Na_2Mg[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$   
Kizirit  $MgSO_4 \cdot H_2O$   
Gips  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$   
Epsomit  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$   
Goslarit  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$   
Morenozit  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$

### Silikatlar sinfi

#### 1. Orolsimon silikatlar

##### Fenakitlar guruhi

Fenakit  $Be_2[SiO_4]$   
Villemmit  $Zn_2[SiO_4]$

##### Olivinlar guruhi

Forsterit  $Mg_2[SiO_4]$   
Olivin  $(Mg, Fe_2)[SiO_4]$

Fayalit  $Fe_2 [SiO_4]$   
Knebelit  $(Mn, Fe)_2 [SiO_4]$   
Tefroit  $Mn_2 [SiO_4]$

#### Gumitlar guruhi

Norbergit  $Mg_3 (OH, F)_2 [SiO_4]$   
Xondrodit  $Mg_5 (OH, F)_2 [SiO_4]_2$   
Gumit  $Mg_9 (OH, F)_2 [SiO_4]_2$

#### Granatlar guruhi

Pirop  $Mg_3 Al_2 [SiO_4]_3$   
Grossulyar  $Ca_3 Al_2 [SiO_4]_3$   
Andradit  $Ca_3 Fe_2 [SiO_4]_3$   
Uvarovit  $Ca_3 Cr_2 [SiO_4]_3$   
Spessartin  $Mn_3 Al_2 [SiO_4]_3$   
Almandin  $Fe_3 Al_2 [SiO_4]_3$

#### Sirkon guruhi

Sirkon  $Zr [SiO_4]$   
Torit  $Th [SiO_4]$

#### Topaz-andaluzitlar guruhi

Topaz  $Al_2 (F, OH)_2 [SiO_4]$   
Andaluzit  $Al_2 O [SiO_4]$   
Disten  $Al_2 O [SiO_4]$   
Stavrolit  $Fe_2 Al_4 O [SiO_4] \cdot Fe (OH)_2$   
Titanit  $CaTiO [SiO_5]$   
Danburit  $CaB_2 [Si_2 O_8]$

#### Tortveytit-kalaminlar guruhi

Tortveytit  $(Sc, Y)_2 [Si_2 O_7]$   
Talenit  $Y_2 [Si_2 O_7]$   
Kalamin  $Zn_4 (OH)_2 [Si_2 O_7] \cdot H_2 O$

#### Yepidotlar guruhi

Tsoizit  $Ca_2 Al_3 Si_3 O_{12} [ON]$   
Epidot  $Ca_2 (Al, Fe)_3 O (OH) [SiO_4] [Si_2 O_7]$

#### Xalqasimon silikatlar

Ashurit (diopfaz)  $Ca_6 [Si_6 O_{18}] \cdot 6H_2 O$   
Berill  $Be_3 Al_2 [Si_6 O_{18}]$   
Kordierit  $(Mg, Fe)_2 Al_3 [AlSi_5 O_{18}]$   
Evdialit  $(Na, Ca)_6 ZrSi_6 O_{17}$

#### II. Zanjirsimon silikatlar

##### Sillimanit guruhi

Sillimanit  $Al [AlSiO_5]$

##### Piroksenlar guruhi

#### 1. Rombik piroksenlar

Yenstatit  $Mg_2 [Si_2 O_6]$   
Bronzit  $(Mg, Fe)_2 [Si_2 O_6]$   
Gipersten  $(Fe, Mg)_2 [Si_2 O_6]$

#### 2. Monoklin piroksenlar

Diopsid  $CaMg [Si_2 O_6]$   
Gedenbergit  $Ca Fe [Si_2 O_6]$   
Spodumen  $LiAl [Si_2 O_6]$   
Jadeit  $NaAl [Si_2 O_6]$   
Egrin  $NaFe [Si_2 O_6]$   
Rodonit  $(Mn, Sa) SO_3$   
Vollastonit  $Ca_3 [Si_3 O_9]$

#### III. Lentasimon silikatlar

##### Amfibollar guruhi

#### 1. Rombik amfibollar

Antofillit  $(Mg, Fe)_7 (OH)_2 [Si_4 O_{11}]_2$

## 2. Monoklin amfibollar

Tremolit	$\text{Ca}_2 \text{Mg}_5 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{11}]_2$
Aktinolit	$\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{11}]_2$
Gryunerit	$\text{Fe}_7 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{11}]_2$

## 3. Ishqorli amfibollar

Ribekit	$\text{Na}_2 \text{Fe}_3 \text{Fe}_2 \cdot (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{11}]_2$
Arfvedsonit	$(\text{Ca}, \text{Na})_3 (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al})_4 (\text{OH})_2$
	$[(\text{Al}, \text{Si})_4 \text{O}_{11}]_2$
Glaukofan	$(\text{Ca}, \text{Na})_3 (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4 (\text{OH})_2 [( \text{Al}, \text{Si} )_4 \text{O}_{11}]_2$

## IV. Varaqsimon silikatlar

### Talk-Pirofillitlar guruhi

Talk	$\text{Mg}_3 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Pirofillit	$\text{Al}_2 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$

### 1) Slyudalar guruhi

Paragonit	$\text{NaAl}_2 (\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}]$
Muskovit	$\text{KAl}_2 (\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}]$
Flogopit	$\text{KMg}_3 (\text{OH}, \text{F})_2 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}]$
Biotit	$\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3 (\text{OH}, \text{F})_2 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}]$

### 2) Litiyli slyudalar

Sinnvaldit	$\text{KLiFe} \cdot \text{Al}(\text{F}, \text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Lepidolit	$\text{KLi}_2 \text{Al}(\text{OH}, \text{F})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$

### Gidroslyudalar guruhi

Gidromuskovit	$(\text{K}) \text{Al}_2 (\text{OH})_2 [( \text{Al}, \text{Si} )_4 \text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Gidrobiotit	$(\text{K})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3 (\text{OH})_2 [( \text{Al}, \text{Si} )_4 \text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Vermikulit	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3 (\text{OH})_2 [( \text{Si}_3 \text{Al} )_4 \text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Glaukonit	$\text{K}_{<1}(\text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_{2-3} (\text{OH})_2 [\text{Si}_3 (\text{Si}, \text{Al}) \text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$

### Xloritoidlar guruhi

Margarit	$\text{CaAl}_2 (\text{OH})_2 [\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_{10}]$
Xloritoid	$(\text{Fe}, \text{Mg})_2 \text{Al}_2 (\text{OH})_4 [\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_{10}]$

Prenit	$\text{Ca}_2 \text{Al}_2 (\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}] [\text{Sa}_2 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{10}]$
[OH] <sub>2</sub>	

### Xloritlar guruhi

Pennin	$(\text{Mg}, \text{Fe})_5 \text{Al}(\text{OH})_8 [\text{AlSi}_3 \text{O}_{10}]$
Klinoxlor	$(\text{Mg}, \text{Fe})_{4.75} \text{Al}_{1.25} (\text{OH})_8 [\text{Al}_{1.25} \text{Si}_{2.75} \text{O}_{10}]$
Dafnit	$\text{Fe}_4 \text{Al}_2 (\text{OH})_8 [\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_{10}]$
Shamozit	$\text{Fe}_4 \text{Al}(\text{OH})_6 [\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_{10}]$

### Serpentin-kaolinitlar guruhi

Serpentin	$\text{Mg}_6 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Xrizotil-asbest	$\text{Mg}_6 (\text{OH})_6 [\text{Si}_4 \text{O}_{11}] \cdot \text{H}_2\text{O}$
Revdivskit	$(\text{Ni}, \text{Mg})_6 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$

### Kaolinitlar guruhi

Kaolinit	$\text{Al}_4 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Dikkit	$\text{Al}_4 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Nakrit	$\text{Al}_4 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$

### Galluazitlar guruhi

Kerolit	$\text{Mg}_4 (\text{OH})_4 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Galluazit	$\text{Al}_4 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Metagalluazit	$\text{Al}_4 (\text{OH})_8 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$
Garnierit	$\text{Ni}_4 (\text{OH})_4 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

### Montmorillonitlar guruhi

Saponit	$\text{Mg}_3 (\text{OH})_4 [\text{Si}_4 \text{O}_8 (\text{OH})_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Beydelit	$\text{Al}_2 (\text{OH})_4 [\text{Si}_4 \text{O}_8 (\text{OH})_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Montmorillonit	$\text{Mg}_3 (\text{OH})_4 [\text{Si}_4 \text{O}_8 (\text{OH})_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
SiO <sub>4</sub>	

### Rinkolit-lamprofillitlar guruhi

Rinkolit i lovchorrit	$\text{Na}_2 \text{Ca}_4 \text{CeTiOF}_3 [\text{Si}_2 \text{O}_7]_2$
Lamprofillit	$\text{SrNa}_3 \text{Ti}_3 \text{O}_2 \text{F} [\text{Si}_2 \text{O}_7]$
Aksinit	$\text{Ca}_2 (\text{Mn}, \text{Fe}) \text{Al}_2 (\text{OH}) [\text{BO}_3] [\text{Si}_4 \text{O}_{12}]$
Katapleit	$(\text{Na}_2, \text{Ca}) [\text{Zr} (\text{Si}_3 \text{O}_9)] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Tyuringit	$\text{Fe}_{3.5} (\text{Al}, \text{Fe})_{1.5} (\text{OH})_6 [\text{Al}_{1.5} \text{Si}_{2.5} \text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Kemmerit  $Mg_5Cr(OH)_8[CrSi_3O_{10}]$   
 Palo' gorskit  $Mg_5(H_2O)_4(OH)_2[Si_4O_{10}] \cdot 4H_2O$   
 Xrizokolla  $Cu_3(OH)_2[Si_4O_{10}] \cdot nH_2O$   
 Nontronit  $(Fe^{2+}, Al)_2[Si_4O_8(OH)_2] \cdot nH_2O$   
 Sokonit  $Zn_3(OH)_4[Si_4O_8(OH)_2] \cdot nH_2O$   
 Volkonskoit  $(Mg, Ca, Cr, Al)_3(OH)_2[Si_4O_{10}] \cdot nH_2O$

### V. Karkasimon silikatlar

#### Dala shpatlari

##### 1) Natriy-Kalsitli dala shpatlari

Albit  $Na[AlSi_3O_8]$   
 Oligoklaz  $An 10-30\%$   
 Andezit  $An 30-50\%$   
 Labrador  $An 50-70\%$   
 Bitovnit  $An 70-90\%$   
 Anortit  $Ca [Al_2Si_2O_8]$

##### 2) Kaliyli dala shpatlari

Ortoklaz  $K[AlSi_3O_8]$   
 Sanidin  $K[AlSi_3O_8]$   
 Mikroklin  $K[AlSi_3O_8]$   
 Anortoklaz  $(Na, K) [AlSi_3O_8]$

##### 3) Kaliy-bariyli dala shpatlari

Gialofan  $mK[AlSi_3O_8] \cdot nBa [Al_2Si_2O_8]$   
 Selzian  $mK[AlSi_3O_8] \cdot nBa [Al_2Si_2O_8]$

#### Feldshpatidlar

Analim  $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$   
 Leysit  $K[AlSi_2O_6]$   
 Polhutsit  $(Cs, Na) [AlSi_2O_6]$   
 Petalit  $(Li, Na)[AlSi_4O_{10}]$   
 Nefelin  $Na [AlSiO_4]_4$   
 Sodalit  $Na_2 [AlSiO_4]_6$   
 Nozean  $Na_8 (SO_4) [AlSiO_4]_6$

Gayuin  $Na_6 Ca_2 (SO_4)_2 [AlSiO_4]_6$   
 Lazurit  $Na_6 Ca_2 (S_3SO_4) [AlSiO_4]_6$

#### Seolitlar

Natroit  $Na_2 [Al_2 Si_3 O_{10}] \cdot 2H_2O$   
 Skoletsit  $Ca [Al_2 Si_3 O_{10}] \cdot 3H_2O$   
 Shabazit  $(Ca, Na) [Al Si_2 O_6] \cdot 6H_2O$   
 Gmelinit  $(Na_2, Ca) [Al_2 Si_4 O_{12}] \cdot 6H_2O$   
 Geylandit  $(Ca, Na_2, Sr) [Al_2 Si_6 O_{16}] \cdot 5H_2O$   
 Desmin  $(Na_2, Ca) [Al_2 Si_6 O_{16}] \cdot 6H_2O$

#### Nitratlar sinfi

Chili selitrasi  $NaNO_3$   
 Kaliy selitrasi  $KNO_3$

#### Boratlar sinfi

Gambergit  $Be_2 [BO_3] (OH)$   
 Yeremeyevit  $Al [BO_3]$   
 Bura  $Na_2 [B_4O_7] \cdot 10H_2O$

#### Fosfatlar sinfi

Ksenotim  $YPO_4$   
 Monatsit  $CePO_4$   
 Apatit  $Ca_5 [PO_4] (F, Cl)$

#### Molibdatlar sinfi

Povelit  $CaMoO_4$   
 Vulfenit  $PbMoO_4$

#### Volframatlilar sinfi

Sheelit  $CaWO_4$   
 Volframit  $(Fe, Mn) WO_4$

#### Ftoridlar sinfi

Flyuorit  $CaF_2$

Kriolit  $\text{Na}_3 [\text{AlF}_6]$

#### Xloritlar sinfi

Nashatir  $\text{NH}_4 \text{Cl}$

Galit  $\text{NaCl}$

Silvin  $\text{KCl}$

Kerargirit  $\text{AgCl}$

Kalomel  $\text{HgCl}$

Kotunit  $\text{PbCl}_2$

Gidrogalit  $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Bishofit  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Karnallit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Atakamit  $\text{CuCl} \cdot 3\text{Cu} (\text{O})$

#### O'zbekiston diyorida topilgan minerallar haqida ma'lumot.

Geolog-mineralog olimlar va mutaxassislarining mashaqqatli mehnatlari evaziga O'zbekistonda 701 ga yaqin mineral va ularning 141 yangi turlari topildi. Jumladan 13 mineral va ularning 5 yangi xillari dunyoda birinchi marta bizning diyorimizda aniqlangan.

Yangi topilgan minerallar qanday qilib nomlanishi to'g'risida qisqacha bo'lsa ham bir oz ma'lumot berish maqsadga muvofiqdir. Agar tog'da, dalada yoki laboratoriya sharoitida mutaxassis biror mineral o'xshashini — monandini topmay, uni mutlaqo yangi kimyoviy birikma va yangi kristall tuzilishga ega bo'lgan modda ekanligiga ishonch hosil qilsa, u vaqtda mineral har taraflama taxlil qilib ko'riladi. Bunda o'sha yangi topilgan mineralning to'liq kimyoviy tarkibi, aralashmalari, fizik xossalari, kristall tuzilishi spektral, termik, elektron mikroskop kabi bir qator usullar yordamida aniqlanadi va natijalari to'planadi. Undan keyin shu vaqtgacha ma'lum bo'lgan minerallar ta'rifi bilan solishtirib, yetakchi mineralog-petrograf mutaxassislarining umumiy kengashida muhokama qilinadi. So'ng shu mineralga qanday nom berishni, avvalo uni topgan muallifning o'zi taklif qiladi. Lekin ko'pincha mineral uning topilgan geografik joy nomi, mineralning fizik yoki

kimyoviy xossalarni aks ettiruvchi termin, fan va madaniyatning yirik arboblari nomlari bilan ham ataladi. Barcha material va ma'lumotlar to'planib, mineralga nom qo'yilgandan keyin shu ishlar bilan shug'ullanuvchi komissiyalarga yuboriladi. U yerdagi mutaxassislar qabul qilib olingan ma'lumotlarni ko'rib chiqib, tasdiqlaganlaridan keyin topilgan mineral yangi minerallar katalogi ro'yxatiga kiritilib, maxsus spravochniklarda e'lon qilinadi. Misol tarzida ana shunday yangi minerallar qatoriga Sho'rsuv (Farg'ona)da topilgan, «Sho'rsuvit», Ustarasoy (Bo'stonliq rayonidan topilgan), «Ustarasit», buyuk mutafakkirlar Abu Ali ibn Sino va Abu Rayhon al-Beruniy nomlari bilan atalgan «avitsennit» va «birunit», taniqli olimlar, o'zbekiston Fanlar akademiyasining akademiklari M.X.Xamrabayev A.S.Uklonskiy nomiga qo'yilgan «xamrabayevit», «uklonskovit» kabi bir necha minerallarni ko'rsatib o'tish mumkin.

**Avitsennit** — tarkibida talaygina (86-88%) talliy oksidiga ega bo'lgan mineral. Birinchi marta 1956 yili X.N.Karpova va V.F.Savelevlar Zirabuloq tog'lari, Juzumli qishlog'i yaqinida silur davriga mansub ohaktoshlardagi limonitlashgan kalsit tomirlari ichidan topishgan. Shu bilan birga dolomit, ankerit va boshqa temirli minerallar borligi ham aniqlangan. Avitsennit mayda kubchalar shaklidagi kristallar holida uchragan. Rangi kulrang-qo'ng'ir tovlanuvchi qora. Metallsimon yaltiroq, mo'rt, notekis sinadi. qattiqligi 3 bilan 5 o'rtasida. Solishtirma og'irligi 10,42. Kristallar sarg'ish qo'ng'ir parda bilan qoplangan. Mutaxassislar tomonidan mukammal o'rganib chiqilgan bu mineralga buyuk mutafakkir Abu Ali ibn Sinoning yevropada tarqalgan nomi (avitsenna) berilgan. Avitsennit topilgan joy atrofida hali aniqlanmagan nodir elementli birikmalar ham bor.

**Birunit** — dunyoda birinchi marta 1955 yili O'zbekiston Fanlar akademiyasi Geologiya va geofizika instituti xodimlari S.T.Badalov va I.M.Golovanovlar tomonidan Olmaliq shahri yaqinidagi qo'rg'oshinkondan topilgan. Birunit oq rangda, xira yaltirovchi tolasimon agregatlar holida uchraydi. Kimyoviy xususiyati kalsiy silikati, kalsiy karbonati va kalsiy sulfatidan

iborat. qattiqligi 2, solishtirma og'irligi 2,36, xlorid kislotasida eriydi. Aniqlanishicha birunit, konlarning oksidlanish zonasida gausmanit deb ataluvchi mineralning o'zgarishi natijasida hosil bo'ladi. Topilgan yangi mineral taniqli ensiklopedist olim, buyuk alloma va mineralogiya sohasida talaygina asarlar yaratgan mutafakkir Abu Rayhon al-Beruniy nomi bilan atalgan. Bu mineralning topilishi yer sathidan chuqurroq joylarda hali oksidlanmagan ma'danli jinslar borligidan darak beradi.

**Uklonskovit** – mineralogiyada suvli sulfatlar deb ataluvchi gurubga mansub mineral bo'lib, 1964 yili geolog M.Y.Slyusareva tomonidan Amudaryoning quyi oqimida joylashgan uchlamchi davrga mansub gillar ichidan glauberit, astraxanit, poligalit kabi tuzlar bilan birga topilgan. Mineral prizma shaklidagi shaffof, shishasimon yaltiroq kristall holida bo'lgan. Bu kristallar gillar ichidagi yoriq va bo'shliq devorlarini qoplab olgan. Solishtirma og'irligi 2,42. uncha kuchli bo'lmagan kislotada eriydi. Suvda esa deyarli erimaydi. Kimyoviy tarkibining asosiy kismini natriy, magniy oksidlari va oltingugurt angidri tashkil qiladi. Uklonskovit tuz konlari paydo bo'lishi jarayonidagi bosqichlarni aniqlashga imkon yaratadi hamda ma'lum darajada yirik xom ashyolar manbaini topishga yordam beradi.

**Sho'rsuvit.** Bu mineral achchiqtoshlar deb atalib, kadimdan O'zbekistonda ma'lumdur. Lekin shunday bo'lsa ham shu gurubga mansub bo'lgan sho'rsuvit nomli yangi mineral dunyoda birinchi marta 1995 yili N.T.Vinichenko tomonidan o'rganib chiqildi va fanga kiritildi. Kimyoviy tarkibi magniy, temir, natriy-sulfatidan iboratdir. Shuningdek 12% alyuminiy ham bor. Rang oq, ba'zan kulrangroq xillari ham bo'ladi. Ipakdek tovlanib turadi. Tolasimon kristallarining uzunligi 10 millimetr bo'lib, uncha qattiq emas, suvda yaxshi eriydi. Mazasi nordon, og'izni burishtiruvchi xossaga ega. Sho'rsuvitda achchiqtoshlarning barcha xususiyatlari mavjud bo'lib, paydo bo'lish jarayoni ham unga o'xshashdir. Bu mineral asosan yer po'stining ustki qismida ma'danli konlarning oksidlanish zonasida, ikkilamchi kvartsitlar (masalan, alunit) bor joylarda hamda oltingugurt konlarida hosil buladi. Shu konlardagi

oltingugurt yoki pirit (temir kolchedani)ning oksidlanishi tufayli paydo bo'ladigan sulfat kislotaning shu atrofidagi seritsit gili mineralarga ta'siri natijasida achchiqtoshlar, shu jumladan sho'rsuvit minerali shakllanadi. Bu mineral bilan birga gips, oltingugurt, selestin, yarozit kabi minerallar ham uchraydi. Ularni yer yuzasidan 10 metr chuqurlikda uchratish mumkin.

Aniqlangan yangi mineral muallif taklifiga ko'ra topilgan joyi-Sho'rsuvit koni (Farg'ona vil.) nomi bilan atalgan.

**Ustarasit** – 1955 yili birinchi marta M.S.Saxarova tomonidan topildi. Keyinchalik E.A.Dunin-Barkovskaya, R.I.Nazarova va boshqalar tomonidan mukammal o'rganilgan vismut uchun xom-ashyo hisoblanadigan mineraldir. Kimyoviy tarkibi qo'rg'oshinli vismut sulfididan iborat bo'lganligi uchun uni uzoq vaqt «qo'rg'oshinli vismut» deb yuritilgan. Yuzaki qaraganda ustarasitni vismutdan farq qilish ancha qiyin. Ko'pincha, uzunligi 1,5 santimetrga etadigan prizmasimon kristallar holida uchraydi. qattiqligi 2,5 rangi to'q kulrang, metallsimon yaltiroq. Yaxshi tozalangan yuzasiga konsentrlashgan azot kislotasi tomizilganda qaynab, qora tushga aynalib qoladi. O'tkazilgan kimyoviy taxlil yordamida tarkibida 10-51%dan 13-14% qo'rg'oshin, 60-10% dan 65-33%gacha vismut borligi aniqlangan. Aralashma sifatida juda oz miqdorda mis, kumush, surma va margimush ham bo'ladi. Ustarasit margimush-vismut konidagi gidrotermal tomirlarda sheyelit, pirit, pirrotin, kvarts ankerit kabi minerallar bilan birga uchraydi. Ustarasit yer yuzasida va yer po'stining oksidlanish zonasida o'zgarib, vismut gidrokarbonatlariga aylanadi.

Ustarasit Toshkent viloyati Bo'stonliq tumanidagi Ustarasoy qishlog'idagi vismut konida topilganligi uchun ham shu nom bilan atalgan.

**Gidroglauberit** deb nomlanuvchi mineral ko'pchilikka ma'lum bo'lgan tuz konlarida tez-tez uchrab turadigan glauberit tuzining suvli birikmasi hisoblanib, mutloq yangi mineral sifatida 1969yili M.N.Slyusareva tomonidan aniqlangan. Bu mineral qoraqalpog'istondagi Borsakelmas, qoraumbet kabi joylarda uchraydi. qorsimon, tolasimon oq mayda kristallar hosil

qiladi. Solishtirma og'irligi 1,5; quruq havoda buzilmay, lekin sal nam tegishi bilan tezda erib ketadi, ta'mi taxirroq.

Gips yoki glauberit tuzi tarkibida natriy-sulfat bor eritmalarning ta'sir etishi natijasida paydo bo'ladi. Tuz konlarining paydo bo'lish tarixi va tarqalish xususiyatlarini bilib olishda muhim rol o'ynaydi. Mineralga berilgan nom uning kimyoviy tarkibiga moslab qo'yilgan.

**O'zbekit** – birinchi marta 1926 yili I.D.Kurbatov (qorachatir va keyinchalik Og'aliqda), S.T.Badalov (Nurota tog'larida), E.A.Konkovalar (qizilqumda) tomonidan topilgan. Rangi to'q-yashil, qattiqligi 3, plastinkasimon kristallar holida uchraydi. Kimyoviy xususiyati jihatdan misning suvli vanadati guruhiga kiradi. Mis oksidining miqdori 30-37% dan 44-69%gacha, suvniki esa 6-07% dan 12-98%gacha o'zgarib turadi. Suvning oz yoki ko'pligiga qarab, bu mineral «alfa» va «beta» turlarga ajratiladi. Bulardan tashqari uning tarkibida juda oz miqdorda magniy, stronsiy, bariy, titan, marganets va nikel bo'lishi ham mumkin.

O'zbekit vanadiyli qora ko'mirsimon slanetslar oksidlanishi natijasida paydo bo'ladi. Birinchi marta O'zbekistonda topilgani uchun shu nom bilan atalgan.

**Konnellit.** Markaziy qizilqumdagi qopqatosh (Kokpatos)da 1966 yili O'zbekiston fanlar akademiyasi Geologiya va geofizika instituti xodimi A.Q.Qosimov, 1968 yili D.A.Saxor Navqat (Farg'ona vodiysi)da uzoq vaqt tadqiqot ishlari olib borishlari natijasida topishgan. Bu mineral ilgari AQSh, Angliya va Afrikada ham topilgan edi. Rangi och lojuvard, ko'kimtir, oynasimon yaltiroq. Uncha qattiq emas, ba'zan shaffof kristallari ham uchraydi. Tarkibida 54% mis, juda oz miqdorda magniy, titan, marganets, nikel, molibden, kumush, surma ham bor. Shuningdek konnellit bilan birga malaxit va misning boshqa minerallari ham uchraydi. Bu minerallar oltinli sulfid konlarining oksidlanish zonasida birlamchi misli minerallarga sulfatli eritmalarning ta'sir etishidan hosil bo'ladi. Uning topilishi shu atrofda mis va oltin konlari mavjudligidan dalolat beradi.

**Xalkofanit** ham birinchi marta A.Q.Qosimov tomonidan 1966 yili Qizilqumning Tesquduq degan joyidan topilgan. Fizik-kimyoviy xususiyati jihatidan mumsimon qora, ko'kish tovlanib turadigan plastinkasimon, kristallari uncha qattiq emas. Kimyoviy tarkibidagi asosiy komponent rux va marganets oksidlaridir. Shuningdek oz miqdorda qo'rg'oshin, mis, nikel, kobalt va molibden ham bor. Xalkofanit ko'pincha, birlamchi ma'danli minerallarining o'zgarishidan hosil bo'ladi va o'ziga o'xshash ikkilamchi kalamın, gidrotsinkit, grinokit kabi minerallar bilan birga uchraydi.

**Tintikit** – suvli fosfatlar guruhiga mansub mineral bo'lib birinchi marta 1963 yili A.Q.Qosimov tomonidan Markaziy Qizilqumdagi oltin konlarining biridan topilgan. O'z navbatida bu topilma dunyoda ikkinchi hisoblanadi. Yashilroq tovlanuvchi tuproq rangida, tashqi qiyofasiga qaraganda mineral gil moddaga o'xshab ketadi. Qattiqligi 2-2,5 atrofida. Tilga tekkizganda yopishadi. Kimyoviy tarkibida asosiy komponentlaridan tashqari stronsiy, marganets, titan, xrom, bariy, kumush, mis va boshqa elementlar mavjud. Tintikit oksidlanish zonasida hosil bo'ladigan minerallarning oxirigilaridan biri hisoblanadi.

**Daloresit** – dunyoda birinchi bor Ispaniyada topilgani uchun Ispaniya davlat arbobi Dolores Ibarruri nomi bilan atalgan. Bu mineral keyinchalik Qizilqumda qadimgi o'ta o'zgarigan slanetslar ichidan I.G.Smislova tomonidan topilgan. U yashilroq tovlanadigan qora rangli, xira ignasimon kristallar xolida aniqlangan. Kimyoviy tarkibiga qarab bu mineral murakkab oksidlar – vanadiyli gidrooksidlar guruhiga kiritilgan. Birlamchi minerallar o'zgarishidan paydo bo'lgani uchun doloresit uchragan joy atrofidan vanadiyli minerallar uyumini topish ham mumkin.

AQShning sobiq prezidenti Ruzvelt sha'niga atalgan **Ruzveltit** minerali ham birinchi marta bir guruh mineraloglar tomonidan Chotqol tog'laridan topilgan. Rangi oqish-kulrang, ba'zan och yashil, juda mo'rt, solishtirma og'irligi 5,37. Konlarning oksidlanish zonasida birlamchi minerallarning o'zgarishi natijasida uzumning shingiliga o'xshash oqiq va

boshqa minerallar ustida yupqa hosil qiladi. Xlorid va azot kislotalarida yaxshi eriydi. Kimyoviy tarkibining asosiy qismini vismutin va margimush oksidi tashkil qildi.

**Sampelit** – birinchi marta 1942 yili Chilida va keyinchalik 1959 yilda mamlakatimizda birinchi bor taniqli mineralog M.I.Moiseyeva Qurama tog'laridagi Qalmoqqir mis konidan uzoq vaqt ilmiy qidiruvlar natijasida topishga muvassar bo'lgan. Bu mineral suvli fosfatlar guruhiga mansub bo'lib, tarkibida 44%gacha mis oksidi, 34%gacha fosfat angidridi bor. Bulardan tashqari spektral taxlil yordamida juda oz miqdorda qo'rg'oshin, simob, sirkoniy, bariy, berilliy va boshqa elementlar borligi ham aniqlangan. Sampelit tabiatda oksidlanish zonasidagi temir qo'ng'irtoshi, kaolin kabi minerallar ustid yupqa tuproqsimon po'stloqchalar holida uchraydi. Rangi och havorang, sadafsimon yaltiraydi. Uncha qattiq emas. Kislotalarda osongina eriydi. Sampelit topilgan joy tubida yoki shu atrofda mis uchun xom-ashyo hisoblanadigan ma'dan bor bo'lishi mumkin.

**Koronadit** minerali ham murakkab oksidlar – gidrooksidlar guruhiga mansub bo'lib, uni birinchi bor 1958 yili mineralog I.M.Golovanov Olmaliqdagi qo'rg'oshinkon – polimetall konining oksidlanish zonasidan topgan. Koronadit qora, po'latga o'xshash kulrang tusda bo'lib, mayda kristall donachalar holida uchraydi. qattiqligi 4,5, kimyoviy tarkibining asosiy qismini qo'rg'oshin oksidi (27%gacha), manganets oksidi (24%gacha), manganets ikki oksidi (64%gacha) va suv (5%gacha) tashkil qiladi.

**Xamrabayevit (Ti, V, Fe) C.** O'zbekistonda birinchi marta R.G.Novgorodova, R.G.Yusupovlar tomonidan 1984-yili Chotqolning Arashan tog'ida bazalt porfiritlari orasida aniqlangan. Mineral nomi akademik I.X.Xamrabayev sharafiga qo'yilgan. Jaxon mineralogiya jamiyati tomonidan 1986 yilda ro'yxatdan o'tgan.

Xamrabayevit tarkibida (% hisobida), titan-69,32, uglerod-20,05, temir-1,08, kremniy-0,1 uchraydi. Mineral kubik

singoniyali, qattiqligi 9, rangi kul rang- qora, metallsimon yaltiroqlikka ega.

**Kuramit Cu<sub>3</sub>Sn S<sub>4</sub>** V.A.Kovalenker tomonidan 1979 yili Kochbuloq oltin konida topilgan. Mineral topilgan joy bo'yicha nomlangan (Qurama tog' tizmasi). Bu mineral oltin-sulfid-kvars konida pirit, tetrayedrit, xalkopiritlar bilan birga uchraydi. Kul rang mineral, qattiqligi -5. tarkibida (% hisobda): mis-36,54, qalay-30,05 olingugurt-28,02 miqdorda aniqlangan.

Biz yangi topilgan minerallar haqida qisqacha to'xtab o'tdik. Ushbu sohada o'z kasbiga baland ixlos qo'ygan geolog va mineralog olimlarimizning mehnati va xizmatlari beqiyos, albatta. Bugungi kunda ko'p vaqtdan beri ilmiy-qidiruv ishlari bilan muttasil shug'ulanib kelayotgan va geologiya-mineralogiya fani rivojiga munosib hissa qo'shib kelayotgan olimlarimiz nomini faxr bilan tilga olamiz. Binobarin, O'zbekiston Fanlar akademiyasining haqiqiy a'zosi davlat mukofoti laureti taniqli geolog olim I.H.Hamroboev (birinchi bo'lib ransetinni topgan), mineralog I.G.Smistova (dunyoda ikkinchi topilma-vanadiy mineralini aniqlagan), S.T.Badalov (1951-yili granatning vanadiyli turini topgan), L.N.Yenikeyeva (1977-yili granatning xrom-vanadiyli yangi turini topgan), A.Q.Qosimov (mamlakatimizda birinchi marta qizilqumdan sirilovit, seruleolaktit mineralarini topgan), U.Rahmedov (dunyoda birinchi marta lenneit-politimit guruhiga mansub yangi mineralni topgan), Z.I.Hamraboyeva (xediit mineralini aniqlab topgan) va boshqalarning izlab topgan ana shunday yangi minerallar-qazilma boyliklari hozirgi vaqtda iqtisodiyotimizni yuksaltirishda juda katta rol o'ynamoqda. Bunday minerallar keng jamoatchilik, mineralog olimlar va shu sohaning mutaxassislari tomonidan e'tirof qilinib, tegishli ensiklopediyalarga, atlaslar va qo'llanmalarga kiritilgan.

Mineralogiya fanidan test sovellari  
(1-variant)

- 1. Kerargirit qaysi elementning minerali?**
  - A. Bi
  - B. Be
  - C. Ag
  - D. S
  - E. Cu
- 2. Au, Cu, Ag, Pt qaysi sinfga kiradi?**
  - A. Sulfidga
  - B. Oksidga
  - C. Galogenlarga
  - D. Sofga
  - E. Silikatga
- 3. Oltinning singoniyasini aniqlang?**
  - A. Geksogonal
  - B. Kub
  - C. Monoklin
  - D. Trigonal
  - E. Tetragonal
- 4. Rubin bilan safirning farqi nimada?**
  - A. Rangida
  - B. Morfologiyasida
  - C. Qattiklikda
  - D. Zichlikda
  - E. Farqi yo'q
- 5. Moos shkalasi bo'yicha korundning qattiqligi qanday?**
  - A. 1
  - B. 5
  - C. 3
  - D. 9
  - E. 8

6. Sof minerallar sinfidan metallmas qatorni aniqlang?

- A. Gips, angidrid, dolomid
- B. Oltin, gurt, olmos, grafit
- C. Galit, silvin, torit
- D. Apatit, galenit, sfalerit
- E. Granat, anataz, korund

7. Zumrad qaysi elementning minerali?

- A. Cu
- B. Fe
- C. Ag
- D. Hg
- E. Be

8. Minerallarning agregat holatini aniqlang?

- A. Qattiq va suyuq
- B. Qattiq, suyuq va gaz
- C. Gaz va qattiq
- D. Gaz va suyuq
- E. Faqat qattiq

9. Kinovarning rangini aniqlang?

- A. Qora
- B. Sariq
- C. Qizil
- D. Yashil
- E. Rangsiz

10. Berilganlarning qaysi biri xromoforlik xususiyatiga ega?

- A. Si, Al, Bi
- B. Nb, Ta, Bi
- C. Ti, V, Cr, Fe, Co
- D. Au, Ag, Na, Cl
- E. Al, Ca, Ba, Cr

11. Pt qaysi minerallar sinfiga kiradi?

- A. Sulfidlarga
- B. Fosfatlarga
- C. Xromatlarga

- D. Sof elementga
- E. Oksidlarga

**12. Qaysi mineraldan F olinadi?**

- A. Flyuorit
- B. Kinovar
- C. Kassiterit
- D. Molibdenit
- E. Galenit

**13. Seriy elementining minerali?**

- A. Kalsit
- B. Dolomit
- C. Flyuorit
- D. Molibdenit
- E. Monotsit

**14. Qaysi minerallar o'ta mukkamal ulanish tekisligiga ega?**

- A. Kvars, korund
- B. Kalsit, galenit, galit
- C. Monotsit, ksenotim
- D. Topaz, silemanit, kordierit
- E. Apatit, sheyelit, volframit

**15. Qaysi mineral o'ta mukkamal bo'lmagan ulanish tekisligiga ega?**

- A. Apatit, kassiterit, kvars
- B. Biotit, muskovit, flyuorit
- C. Albit, oligoklaz, mikroklon
- D. Turmalin, kaolinit
- E. Kinovar, realgar

**16. Kvarsning qattiqqligini aniqlang?**

- A. 5
- B. 3
- C. 4
- D. 7
- E. 10

**17. Oltinning solishtirma og'irligi?**

- A. 10-11
- B. 9-8
- C. 12-13
- D. 2-3
- E. 15-19

**18. Minerallardan qaysi biri yog'langandek tuyuladi?**

- A. Talk, grafit
- B. Turmalin, topaz
- C. Kvars, polevoy shpat
- D. Piroksen, amfibol
- E. Granat, sheyelit

**19. Pegmatitlar qaysi jinslar bilan genetik bog'liq?**

- A. Nordonlar bilan
- B. Metomorfiklar bilan
- C. Asosiyalar bilan
- D. Nordon va ishqorlilar bilan
- E. O'ta asoslilar bilan

**20. Mineralarning tasnifi nimaga asoslangan?**

- A. Hosil bo'lish sharoitiga
- B. Kimyoviy elementlarning birikmasiga
- C. Metamorfizm turiga
- D. Mendeleyev jadvalida joylashishiga
- E. Bosim va xaroratga

**21. Qaysi minerallar elektrni yaxshi o'tkazadi?**

- A. Oltin, kumush, mis
- B. Temir, titan
- C. Nikel, xrom, kobalt
- D. Titan, niobiy, tantal
- E. Gally, germaniy

**22. Sof minerallar sinfiga kiruvchi yarim metallar qatorini aniqlang?**

- A. As, Sb
- B. Cu, C
- C. Au

- D. Fe, Cr  
E. B, Al

**23. Qaysi elementlar oltinugurt bilan ,birikmalar hosil qiladi?**

- A. Selen, tellur, mishyak, surma, vismut  
B. Ftor, xlor, brom, yod  
C. Surma, vismut, fosfor, bor  
D. Vodorod, ftor, bor, xlor  
E. Kaliy, natriy, rubidiy

**24. Ushbulardan qaysi biri oltinugurt bilan birikma hosil qiladi?**

- A. H, F, Cl, Br, S, Ar, He  
B. K, Na, Li, Rb, Cr  
C. Pb, Zn, Cu, Cd, Hg, Ni, As, Mo, Sb  
D. Si, Ba, Pt, Fe, Ti, Ca, Co, Ni  
E. U, Th, Hr, Ce, Ba, Cr

**25. Pirit va markazit bir-biridan nima bilan farq qiladi?**

- A. Tarkibi bilan  
B. Singoniyasi bilan  
C. Solishtirma og'irligi bilan  
D. Farqlanmaydi  
E. qattiqligi bilan

**26. Ftorning asosiy menerali?**

- A. Kalsit  
B. Sflerit  
C. Galenit  
D. Flyuarit  
E. Nefelin

**27. Galiy («galos») minerali nomi nimani anglatadi?**

- A. Mineral  
B. Qattiqlik  
C. Tuz, dengiz  
D. Yumshoqlik  
E. Rangli

**28. Osh tuzi qaysi mineraldan olinadi?**

- A. Apatitdan  
B. Galenitdan  
C. Kinovardan  
D. Kassiteritdan  
E. Galitdan

**29. Yer po'stida ko'p tarqalgan mineral?**

- A. Nefelin  
B. Amfibol  
C. Dala shpatlari  
D. Slyudalar  
E. Kvars

**30. Rubin va sapfir qaysi elementlarning oksidi?**

- A. Kremniy  
B. Berilliy  
C. Rubidiy  
D. Litiy  
E. Alyuminiy

**31. Volfram mineralining formulasini aniqlang?**

- A.  $KAlSi_3O_8$   
B. KCl  
C.  $MnCO_3$   
D.  $CaWO_4$   
E.  $PbSO_4$

**32. Plagioklaz guruhiga kiruvchi minerallar soni?**

- A. -1  
B. -7  
C. -9  
D. -6  
E. -15

**33. Kinovar rangini aniqlang?**

- A. Oq  
B. Qora  
C. Sariq  
D. Qizil  
E. Yashil

34. Varaqsimon silikatlar sinfini aniqlang?

- A. Sulfidlar.
- B. Orolsimon
- C. Varaqsimon.
- D. Zanjirsimon
- E. Karkassimon

35. Pirop qaysi mineralning yo'ldoshi?

- A. Korundning
- B. Sfleritning
- C. Rutilning
- D. Olmosning
- E. Oltinning

36. Niobiy mineralini aniqlang?

- A. Kalsit
- B. Sheyelit
- C. Kolumbit
- D. Xalkopirit
- E. Flyuorit

### Mineralogiya fanidan test savollari Variant-2

1. Moos jadvali mineralarning qaysi xususiyatlariga ko'ra tuzilgan?

- a) Rangi
- b) Solishtirma og'irligi
- c) Qattiqligi
- d) Shaffofligi
- e) Yaltiroqligi.

2. Oltin, platina, olmos, grafit, oltinugirt mineralari qaysi sinfga tegishi?

- a) Sof elementlar
- b) Sul'fidlar
- c) Oksidlar
- d) Galogenlar
- e) Karbonatlar

3. Yer po'sti tarkibida eng ko'p uchraydigan mineralar sinfini belgilang.

- a) Galogen birikmalar
- b) Karbonotlar
- c) Sulfatlar
- d) Fosfolar
- e) Silikatlar

4. Tog' xrustali qanday jarayonda hosil bo'ladi?

- a) Magmatik
- b) Pegmatit-gidroterma
- c) Metamorfik
- d) Kimyoviy cho'kindi
- e) Vulqon jinslarida

5. Olmos qaysi singoniyada kristallanadi?

- a) Trigonal
- b) Kubik
- c) Tetragonal
- g) Rombik
- e) Monoklin

34. Varaqsimon silikatlar sinfini aniqlang?

- A. Sulfidlar.
- B. Orolsimon
- C. Varaqsimon.
- D. Zanjirsimon
- E. Karkassimon

35. Pirop qaysi mineralning yo'ldoshi?

- A. Korundning
- B. Sfleritning
- C. Rutilning
- D. Olmosning
- E. Oltinning

36. Niobiy mineralini aniqlang?

- A. Kalsit
- B. Sheyelit
- C. Kolumbit
- D. Xalkopirit
- E. Flyuorit

6. Galenitning kristall shakli.

- a) Kub
- b) Prizma
- c) Romboyedr
- d) Piramida
- e) Tetrayedr

7. Ulanish tekisligi o'ta mukammal mineral.

- a) Muskovit
- b) Kvars
- c) Ortoklaz
- d) Gematit
- e) Ilmenit

8. Qattiqliigi eng yuqori mineral?

- a) Kvars
- b) Topaz
- c) Olmos
- d) Kaolin
- e) Mikroklon

9. Qaysi mineralarning qattiqliigi birga teng?

- a) Markazit, kvars
- b) Talk, grafit
- c) Korund, gematit
- d) Magnetit, sfalerit
- e) Barit, kalsit

10. Metalldek yaltiraydigan eng yumshoq mineral.

- a) Sheyellit
- b) Kassiterit
- c) Sfalerit
- d) Mollibdenit
- e) Volframit

11. Moos jadvalini tuzishda ularning qanday xususiyatlarini asos qilib olingan?

- a) Rangi
- b) Zichligi
- c) Ulanish tekisligi

d) Qattiqliigi

e) Mo'rtligi

12. Minerallarning qattiqlik qatori nechta mineraldan tuzilgan?

- a) 8 mineraldan
- b) 12 mineraldan
- c) 6 mineraldan
- d) 10 mineraldan
- e) 16 mineraldan

13. Olmos kimyoviy tarkibiga ko'ra qaysi sinfga mansub?

- a) Oksidlar
- b) Sulfidlar
- c) Karbonatlar
- d) Sof elementlar
- e) Sulfatlar

14. Minerallarning zichligi nimaga bog'liq.

- a) Rangi bilan yaltirashiga
- b) Qattiqliigi bilan yaltirashiga
- c) Shakli bilan rangiga
- d) Shakli bilan qattiqligiga
- e) Kristall tuzilishi bilan kimyoviy tarkibiga

15. Qattiqliigi 7, shishadek yaltiraydigan, tabiatda keng tarqalgan mineral?

- a) Kvars
- b) Kalsit
- c) Apatit
- d) Ortoklaz
- e) Barit

16. Kubik singoniyada kristallanadigan, metalldek yaltiroq, sariq rangli sulfidning nomi.

- a) Pirit
- b) Markazit
- c) Xalkopirit
- d) Arsenopirit
- e) Sfalerit

17. Piezoelektrik xususiyatiga ega bo'lgan eng muhim axamiyatli mineralning xili?

- a) Tog' billuri
- b) Yoqut
- c) Zumrad
- d) Brilliant
- e) Flyuorit

18. Kimyoviy cho'kindi sifatida hosil bo'ladigan mineral.

- a) Flyuorit, barit
- b) Apatit, nefelin
- c) Galit, silvin
- d) Kvars, ortoklaz
- e) Korund, magnetit

19. Ishqoriy magmatik jinslar tarkibidagi asosiy mineral.

- a) Kvars
- b) Olmos
- c) Gips
- d) Oltin
- e) Nefelin

20. O'ta asos magmatik jins tarkibidagi asosiy mineral.

- a) Kvars
- b) Ortoklaz
- c) Olivin
- d) Muskovit
- e) Disten

21. Metamorfik jarayonida hosil bo'ladigan mineral.

- a) Disten, vollastonit
- b) Gips, kaolinit
- c) Galit, silvin
- d) Barit, selestin
- e) Kaolin, oltingugurt

22. Apatitning kimyoviy tarkibini aniqlang.

- a)  $\text{Ca}_5(\text{RO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$
- b)  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

- c)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{Cu}_2(\text{OH})(\text{PO}_4)$
- e)  $\text{FeFsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

23. Simobning asosiy minerali.

- a) Antimonit
- b) Kinovar
- c) Galenit
- d) Tetrayedrit
- e) Sflerit

24. Surmaning asosiy minerali.

- a) Kinovar
- b) Galenit
- c) Antimonit
- d) Tetrayedrit
- e) Gematit

25. Qalayning asosiy minerali.

- a) Korund
- b) Gematit
- c) Sflerit
- d) Kassiterit
- e) Pentlandit

26. Fosforli o'g'it olishda ishlatiladigan mineral.

- a) Sflerit
- b) Feruza
- c) Pirit
- d) Karnallit
- e) Apatit

27. Misning asosiy minerali?

- a) Volframit
- b) Xalkopirit
- c) Pentlandit
- d) Tetrayedrit
- e) Arsenopirit

28. Yer po'stida eng ko'p tarqalgan mineral sinqi?

- a) Sof elementlar
- b) Sulfatlar

- c) Karbonatlar
- d) Oksidlar
- e) Silikatlar

**29. Plagioklzlarning izomorf qatorida nechta mineral bor?**

- a) Uch xil mineralari mavjud
- b) Besh xil mineralari mavjud
- c) Sakkiz xil mineralari mavjud
- d) Olti xil mineralari mavjud
- e) O'n xil mineralari mavjud

**30. Gabbro-norit tog' jinsining mineral tarkibini toping?**

- a) Nordon plagioklaz, mikroklin, biotit
- b) Nefelin, rogovaya obmanka, magnetit
- c) Muskovit, ortoklaz, kvars
- d) Asosli plagioklaz, rombik va monoklin piroksenlar
- e) Leysit, pertit, biotit

**31. Metamorfik jinslariga xos tipomorfik mineral guruhini ko'rsating?**

- a) Stavrolit, anduluzit
- b) Piroksen, rogovaya obmanka
- c) Olivin, nefelin
- d) Kvars, plagioklaz
- e) Leysit, adulyar

**32. Serpentinitt tarkibini belgilovchi mineral guruhini ko'rsatib bering.**

- a) Olivin, diopsid, enstatit
- b) Gipersten, rogovaya obmanka, biotit
- c) epidot, aktinolit
- d) Xrizotil, antigorit, bastit
- e) Stavrolit, andaluzit, sillimanit

**33. Yer po'stining tarkibida ko'p uchraydigan mineralar guruhini belgilang?**

- a) Oksidlar
- b) Karbonatlar
- c) Silikatlar

- d) Fosfatlar
- e) Sulfidlar

**34. Oltin, kumush, olmos, platinoidlar, grafit, oltingugurt mineralari qaysi sinfga tegishli?**

- a) Sul'fidlar
- b) Sulfatlar
- c) Oksidlar
- d) Karbonatlar
- e) Sof elementlar

**35. Magmaning kristallanishida yuzaga keladigan magmatogen konlarni aniqlang?**

- a) Xromit, platinoidlar
- b) Volframit, molibdenit
- c) Xalkozin, galenit, sfalerit
- d) Gips, flyuorit, talk
- e) Kassiterit, flyuorit, barit

**36. Solishtirma og'irligi eng yuqori mineralarni aniqlang**

- a) Silvin, galit
- b) Realgar, kinovar
- c) Anglezit, kalsit
- d) Oltin, platinoidlar
- e) Galenit, sfalerit

Amaliy mineralogiya fanidan test savollari

Variant-3

1. Petlandit formulasini aniqlang?

- A.  $TiO_2$ .
- B.  $SrO_2$ .
- C.  $SiO_2$ .
- D.  $(Fe, Ni)_5S_8$ .
- E.  $CaF_2$ .

2. Millerit formulasini aniqlang?

- A.  $NiS$ .
- B.  $KCl$ .
- C.  $S$ .
- D.  $KAlSi_3O_8$ .
- E.  $RbO$ .

3. Xalkopirit formulasini aniqlang?

- A.  $CuFeS_2$ .
- B.  $NiS$ .
- C.  $SiO_2$ .
- D.  $AgCl$ .
- E.  $Fe_3O_4$ .

4. Kvars formulasini aniqlang?

- A.  $SiO_2$ .
- B.  $TiO_2$ .
- C.  $Al_2O_3$ .
- D.  $NaCl$ .
- E.  $CuS$ .

5. Auripigment formulasini aniqlang?

- A.  $As_2S_3$ .
- B.  $CuFeS$ .
- C.  $SnO$  42 0.
- D.  $KCl$ .
- E.  $FeAlS$ .

6. Realgar formulasini aniqlang?

- A.  $Al_2O_3$ .
- B.  $SiO_2$ .

C.  $CaF_2$ .

- D.  $AsS$ .
- E.  $FeAlS$ .

7. Antimonit formulasini aniqlang?

- A.  $Fe_2O_3$ .
- B.  $BeAl_2O_4$ .
- C.  $Sb_2S_3$ .
- D.  $MnO_2$ .
- E.  $CaTiO_3$ .

8. Silvin formulasini aniqlang?

- A.  $KCl$ .
- B.  $NaCl$ .
- C.  $AgCl$ .
- D.  $CaF_2$ .
- E.  $SnO_2$ .

9. Molibdenit formulasini aniqlang?

- A.  $MoS_2$ .
- B.  $ZnS$ .
- C.  $KCl$ .
- D.  $RbCl$ .
- E.  $S$ .

10. Kerargirit formulasini aniqlang?

- A.  $AgCl$ .
- B.  $NaCl$ .
- C.  $Al_2O_3$ .
- D.  $MoS_2O$ .
- E.  $SnO_2$ .

11. Ilmenit formulasini aniqlang?

- A.  $Al_2O_3$ .
- B.  $Fe_2O_3$ .
- C.  $KNO_3$ .
- D.  $CaCO_3$ .
- E.  $FeTiO_3$ .

12. Aragonit formulasini aniqlang?

- A.  $CaCO_3$ .

- B.  $PbCO_3$ .
  - C.  $CaSO_4$ .
  - D.  $MoS_2$ .
  - E.  $FeS_2$ .
- 13. Magnetit formulasini aniqlang?**
- A.  $MgCO_3$ .
  - B.  $CaCO_3$ .
  - C.  $PbSO_4$ .
  - D.  $NiS$ .
  - E.  $Al_2O_3$ .
- 14. Siderit formulasini aniqlang?**
- A.  $ZnS$ .
  - B.  $CaCO_3$ .
  - C.  $SiO_2$ .
  - D.  $NaNO_3$ .
  - E.  $FeCO_3$ .
- 15. Smitsonit formulasini aniqlang?**
- A.  $ZnCO_3$ .
  - B.  $MgCO_3$ .
  - C.  $CaCO_3$ .
  - D.  $PbCO_3$ .
  - E.  $HgS$ .
- 16. Serussit formulasini aniqlang?**
- A.  $PbCO_3$ .
  - B.  $ZnCO_3$ .
  - C.  $CaSO_4$ .
  - D.  $TiO_2$ .
  - E.  $KCl$ .
- 17. Malaxit formulasini aniqlang?**
- A.  $Cu_2[CO_3](OH)_2$ .
  - B.  $MgCO_3$ .
  - C.  $CaCO_3$ .
  - D.  $PbS$ .
  - E.  $TiO_2$ .

- 18. Sodaning formulasini aniqlang?**
- A.  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ .
  - B.  $NaNO_3$ .
  - C.  $SnO_2$ .
  - D.  $HgS$ .
  - E.  $ZnS$ .
- 19. Selestin formulasini aniqlang?**
- A.  $Al_2O_3$ .
  - B.  $SrSO_4$ .
  - C.  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .
  - D.  $PbSO_4$ .
  - E.  $BaSO_4$ .
- 20. Anglezit formulasini aniqlang?**
- A.  $MnO_2$ .
  - B.  $PbSO_4$ .
  - C.  $CuS$ .
  - D.  $SiO_2$ .
  - E.  $CaCO_3$ .
- 21. Sheyelit formulasini aniqlang?**
- A.  $CaWO_4$ .
  - B.  $FeCuS$ .
  - C.  $PbS$ .
  - D.  $NaCl$ .
  - E.  $CaF_2$ .
- 22. Forsterit formulasini aniqlang?**
- A.  $Mg_2[SiO_4]$ .
  - B.  $KAlSi_3O_8$ .
  - C.  $CaF_2$ .
  - D.  $NaCl$ .
  - E.  $Al_2O_3$ .
- 23. Muz suvda nima uchun cho'kmaydi?**
- A. Kristallanganligi.
  - B. Sovushi tufayli
  - C. Solishtirma og'irligi pastligi.
  - D. Tarkibi bir xilligi.
  - E. Zichligi.

24. Piroop formulasini aniqlang?
- A.  $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ .
  - B.  $CaAl_2Si_2O_8$ .
  - C.  $NaAl[SiO_4]$ .
  - D.  $ZrSiO_4$ .
  - E.  $CaTiO_3$ .
25. Plagioklazlar singoniyasini aniqlang?
- A. Kubik
  - B. Monoklinal
  - C. Rombik
  - D. Geksagonal
  - E. Triklinal
26. Torit qaysi elementning minerali?
- A. Olova.
  - B. Rubidiya.
  - C. Litiya.
  - D. Torit.
  - E. Kadmiya.
27. Sink mineralini aniqlang?
- A. Anataz, rutil.
  - B. Gematit, magnetit.
  - C. Kassiterit, galenit.
  - D. Sferit, vyursit.
  - E. Sfen, kinovar.
28. Pirit qaysi birikmaga kiradi?
- A. Sulfidga.
  - B. Karbonatga.
  - C. Sulfatga.
  - D. Oksidga.
  - E. Silikatga.
29. Flyuorit qaysi birikmaga kiradi?
- A. Floridga.
  - B. Bromidga.
  - C. Silikatga.

- D. Oksidga.
  - E. Karbonatga.
30. Selitra formulasini aniqlang?
- A.  $NaNO_3$ .
  - B.  $SrSO_4$ .
  - C.  $BaSO_4$ .
  - D.  $NaAlSi_3O_8$ .
  - E.  $KCl$ .
31. Kaliy selitrasini formulasini aniqlang?
- A.  $NaCl$ .
  - B.  $CaCO_3$ .
  - C.  $PbCO_3$ .
  - D.  $NaCO_3$ .
  - E.  $KNO_3$ .
32. Natriyli va kaliyli selitra qaysi sinfga kiradi?
- A. Sulfatlar.
  - B. Sulfidlar.
  - C. Xloridlar.
  - D. Nitratlar.
  - E. Karbonatlar.
33. Anataz, brukit, ilmenit qaysi sinfga kiradi?
- A. Oksidlar.
  - B. Karbonatlar.
  - C. Silikatlar.
  - D. Nitratlar.
  - E. Volframitlar.
34. Fosfor o'g'itlari qaysi mineraldan olinadi?
- A. Vivianitdan.
  - B. Biryuzlardan.
  - C. Piromorfitdan.
  - D. Karnallitdan.
  - E. Apatitdan.
35. Misning sanoatbop minerali?
- A. Sheyelit.
  - B. Xalkopirit.

- C. Petlandit.  
 D. Galit.  
 E. Arsenopirit.
- 36. Yer po'stida keng tarqalgan sinf mineralлари?**  
 A. Sof minerallar.  
 B. Sulfatlar.  
 C. Karbonatlar.  
 D. Oksidlar.  
 E. Silikatlar

Test javoblari  
 «Mineralogiya»  
 (1-variant)

Savol	Javob	Sav.	Jav.	Sav.	Jav.	Sav.	Jav.
1	C	10	C	19	A	28	E
2	D	11	D	20	B	29	E
3	B	12	A	21	A	30	E
4	A	13	E	22	A	31	C
5	D	14	B	23	A	32	B
6	B	15	A	24	C	33	E
7	E	16	D	25	B	34	A
8	B	17	E	26	D	35	D
9	C	18	A	27	C	36	C

Test javoblari  
 «Mineralogiya»  
 (2-variant)

Savol	Javob	Sav.	Jav.	Sav.	Jav.	Sav.	Jav.
1	C	10	A	19	A	28	E
2	C	11	E	20	C	29	D
3	A	12	A	21	E	30	A
4	D	13	A	22	E	31	C
5	B	14	A	23	C	32	C
6	A	15	C	24	D	33	C
7	A	16	E	25	B	34	A
8	E	17	A	26	A	35	A
9	A	18	B	27	E	36	C

- D. Olivin.  
 E. Karbonatlar.
- 37. G'ushpina tashlarining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Yulduz shaklida bo'ladi.  
 B.  $2\text{CaSiO}_3$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 C.  $\text{BaSO}_4$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 D.  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 E. KCl formulasi bilan ifodalanadi.
- 38. G'ushpina tashlarining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A.  $\text{NaCl}$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 B.  $\text{CaCO}_3$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 C.  $\text{FeCO}_3$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 D.  $\text{NaCO}_3$  formulasi bilan ifodalanadi.  
 E.  $\text{KNO}_3$  formulasi bilan ifodalanadi.
- 39. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 40. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 41. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 42. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 43. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 44. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 45. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 46. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 47. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 48. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 49. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?
- 50. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?**  
 A. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 B. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 C. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 D. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?  
 E. Nafta qatlamining asosiy xususiyatlaridan qaysi biri to'g'ri?

Test javoblari  
«Mineralogiya»  
(3-variant)

Savol	Javob	Savol	Javob	Savol	Javob	Savol	Javob
1	D	10	A	19	B	28	A
2	A	11	E	20	B	29	A
3	A	12	A	21	A	30	A
4	A	13	A	22	A	31	E
5	A	14	E	23	E	32	D
6	D	15	A	24	A	33	A
7	C	16	A	25	E	34	E
8	A	17	A	26	D	35	B
9	A	18	A	27	D	36	E

Asosiy adabiyotlar

1. Чупронов э.В., Хохлов А.Ф. Основы кристаллографии М.Физмат лит. 2004.
2. Баги Х., Принг А. Минералогия для студентов М. «Мир», 2004.
3. Семенов Э.И. Минералогический справочник. М. ГЕОС, 2001.
4. Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. Санкт-Петербург, 1997г.
5. Николаев С.М. Статистика современной минералогической информатики Новосибирск «ГЕО», 2000.
6. Булах А.Г. Общая минералогия. М., 1999.
7. Кушмурадов О.К., Умаров А., Ишбаев Х. Кристаллография Тошкент, 2004.
8. Кушмурадов О.К., Конеев Р.И., Умаров А. Минералогия Тошкент, 2005.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Betexin A.G. Mineralogiya kursi. O'qituvchi, 1969.
2. Лазаренко э.К. Курс минералогии. М., 1971.
3. Годовиков А.А. Минералогия. 1977.
4. Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. М., 1982.
5. Смоленинов Н.А. Практическое руководство по минералогии. М., 1972.
6. Костов И. Минералогия. М., 1971.
7. Минералы Узбекистана в 4-х томах. Т., 1975-1978.
8. Новые данные о минералогии Узбекистана. Т., 1989.
9. Минералогическая энциклопедия. М., 1985.

## MUNDARIJA

So'z boshi.....	3
Kirish. Fanning maqsadi va vazifalari.....	4
Kristallar haqida tushuncha.....	6
Kristallarning cheklovchi elementlari.....	6
Kristallar panjarasi.....	8
Kristallarning muhim xususiyatlari.....	9
Kristal tomonlari burchaklarining doimiylik qonuni.....	11
Simmetriya elementlari.....	12
Singoniya.....	15
Kolloidlar haqida tushuncha.....	18
Gillarning qayta kristallanishi haqida.....	30
Ma'dan va jins hosil qiluvchi minerallarning fizik xossalari.....	33
Minerallarning tog' jinslari va ruda konlaridagi assosatsiyalari.....	48
Yendogen protsessda hosil bo'lgan minerallar.....	48
Pegmatitlardagi minerallarning muhim assosatsiyalari.....	53
Gedrotermal foydali qazilma konlarining minerallari.....	60
Yeffuziv tog' jinslari bilan vulkan ekskalyatsiyasi mahsulotlarining minerallari.....	68
Metomorfik foydali qazilma konlarining minerallari.....	83
Minerallarning tabiatda hosil bo'lishi.....	86
Kristallangan fazalarning hosil bo'lishi va o'sishi.....	86
Minerallarning erishi va parchalanishi.....	93
Minerallarning generatsiyasi.....	95
Mineral agregatlari.....	96
Mineral paragenезisi.....	106
Minerallarning tipomorf belgilari.....	110
Mineral hosil qiluvchi geologik protsesslar.....	112
Mineral hosil qiluvchi endogen protsesslar.....	113
Magmatik protsesslar.....	114

Pegmatit hosil qiluvchi protsesslar.....	116
Pnevmatolit- gedrotermal protsesslar.....	118
Mineral hosil qiluvchi egzogen protsesslar.....	122
Nurash protsesslari.....	122
Cho'kindi hosil qiluvchi protsesslar.....	125
Regional metomorfizm va uning bilan bog'liq bo'lgan mineral hosil qiluvchi protsesslar.....	128
Minerallarning tekshirish usullari.....	130
Minerallar tasnifi.....	160
Birikmalar sinflari.....	162
O'zbekiston diyorida topilgan minerallar haqida ma'lumot.....	174
Mineralogiya fanidan test savollari.....	182
Test javoblari.....	203
Adabiyotlar.....	205

QO'SHMURODOV O., UMAROV A.Z., ZIYAYEVA P.N.

# MINERALOGIYA

LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI  
UCHUN USLUBIY QO'LLANMA

**Muharrirlar:** A.Tilavov  
A.Abdujalilov

**Texnik muharrir:** Y.O'rinov

**Musahhiha:** G.Azamova

**Dizayner:** Y.O'rinov

**Nash.lits. №7970-9851-48b3-46a5-3c39-6117-9767**  
**28.08.2020-yil**

Terishga 16.09.2020-yilda berildi. Boshiga 15.12.2020-yilda ruxsat etildi. Bichimi: 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ofset bosma. «Times New Roman» garniturasida. Shartli b.t. 13.0. Nashr b.t. 12.09.

Adadi 100 nusxa. Buyurtma №17.  
Bahosi shartnoma asosida.

«Go To Print» nashriyoti, Toshkent shahri,  
Olmazor tumani, Shiroq ko'chasi 100-uy  
e-mail: go\_to\_print@mail.ru

«Go To Print» MCHJ bosmaxonasida bosildi.  
Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: +99871 228-07-96, faks: +99871 228-07-95.

ISBN 978-0043-6803-6-0



"Go To Print"