

Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі  
ҚМҚК «Геологиялық барлау колледжі»

# **БАЗАЛЫҚ** *конспекттер*

## **«Кристаллография, минералогия және петрография»**

**пәні бойынша**

**0703000 - «ГИДРОГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОЛОГИЯ»**

*мамандығы бойынша.*

Р.Г.Отарбаева оқытушысы дайындаған  
Геологиялық ПЦК қаралған  
Протокол № 10  
«25» шешім 2013 ж.

Семей қ.  
2013 ж.





Базалық (тіректі) конспектер 2011 жылында бекітілген жұмыс оқу жоспарымен және 201 жылда бекітілген жұмыс оқу бағдарламасымен сай құрастырылған.  
Қоладануға оқу бөлімімен ұсынылды.

ОЖ жөніндегі директордың менторы  Е.В. Савушкина

0701000 - «ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СУРЕТКЕ ТҮСЕРУ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРДЫН ІЗДЕУ МЕН БАРЛАУ»

Пәнге берілген жалпы сағат саны: 96

I семестр: \_\_\_\_\_

II семестр: \_\_\_\_\_

III семестр: 96

IV семестр: \_\_\_\_\_

V семестр: \_\_\_\_\_

VI семестр: \_\_\_\_\_

VII семестр: \_\_\_\_\_

Міндетті бақылау жұмыстардың саны: 2, III-ші семестрде

Соңғы бақылау: МБЖ, емтихан  
(МБЖ, сынақ, емтихан)

0703000 – «ГИДРОГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІ ГЕОЛОГИЯ»

Пәнге берілген жалпы сағат саны: 108

I семестр: \_\_\_\_\_

II семестр: \_\_\_\_\_

III семестр: 108

IV семестр: \_\_\_\_\_

V семестр: \_\_\_\_\_

VI семестр: \_\_\_\_\_

VII семестр: \_\_\_\_\_

Міндетті бақылау жұмыстардың саны: 2, III-ші семестрде

Соңғы бақылау: МБЖ, емтихан  
(МБЖ, сынақ, емтихан)



## МАЗМҰНЫ

	Бет.
<b>Пәннің тақырыптық жоспары.....</b>	5
<i>№ 1 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Кіріспе.....	6
<i>№ 2 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Кристаллдық заттардың қасиеті, олардың құрылымының негізі.....	11
<i>№ 3 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Геометриялық кристаллография.....	13
<i>№ 4 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Минералдардың физикалық қасиеті және морфологиясы.....	17
<i>№ 5 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Минералдардың пайда болуының геологиялық процесстері және олардың жіктелуі..	26
<i>№ 6 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Табиғатта таза қалпында кездесетін элементтер және күкіртті қоспалар.....	28
<i>№ 7 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Галогенидтер және оксидтер (тотық).....	38
<i>№ 8 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Силикаттар.....	45
<i>№ 9 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Карбонаттар, сульфаттар, фосфаттар.....	56
<i>№ 10 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Тау жыныстарының сипаттамасы және негізгі түсініктері. Тау жыныстарының жіктелуі.....	60
<i>№ 11 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Пайда болу жағдайы, жайылу формасы және магмалық тау жыныстарының жіктелуі.....	63
<i>№ 12 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Магмалық тау жыныстарның көрсеткіштері.....	67
<i>№ 13 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Пайда болу жағдайы, негізгі сипаттамасы және шөгінді тау жыныстарының жіктелуі. Сынық тау жынысы және оның жіктелуі.....	76
<i>№ 14 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Пелиттер (құмдар). Химиялық және биологиялық жыныстар.....	78
<i>№ 15 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Пайда болу жағдайлары, негізгі сипаттамалары және метаморфтық тау жыныстарының жіктелуі.....	81
<i>№ 16 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Жергілікті метаморфизмнің көрсеткіштері. Байланысты–метасоматикалық метаморфизімінің сипаты.....	82
<b><u>Тәжірибе сабақтары.</u></b>	
<i>№ 17 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Кристаллдар моделінде симметрия элементтерін және қарапайым формалардың сингониясын анықтау.....	83
<i>№ 18 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Кристаллдар моделінде симметрия элементтерін және қарапайым формалардың сингониясын анықтау.....	86
<i>№ 19 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Минералдардың физикалық қасиетін және минералдардың морфологиясын анықтау.....	87
<i>№ 20 сабақ.</i>	
<b>Тақырып:</b> Минералдардың физикалық қасиетін және минералдардың морфологиясын анықтау.....	89

## Пәннің тақырыптық жоспары

№	Бөлімдер мен тақырыптардың аталуы	Күндізгі оқу бөліміндегі оқу уақытының саны (сағ)	
		Орта буын маман	
		Барлығы	Лаборатор. және іс – тәжірибе жұмыстарын қосқанда
1	2	3	4
	Кіріспе	2	
	<b>1 Бөлім. Кристаллография мен минерология негіздері</b>		
1.	1.1 – тақырып. Кристаллдық заттардың қасиеті, олардың құрылымының негізі	2	
2.	1.2 – тақырып. Геометриялық кристаллография	6	4
3.	1.3 – тақырып. Минералдардың физикалық қасиеті және морфологиясы	8	4
4.	1.4 – тақырып. Минералдардың жиналуының геологиялық процесстері және олардың жіктелуі	2	
5.	1.5 – тақырып. Табиғатта таза қалпында кездесетін элементтер және олардың күкіртті қоспалары (сульфидтар)	6	
6.	1.6 – тақырып. Галогенидтер және оксидтер (тотық)	8	
7.	1.7 – тақырып. Силикаттар	10	
8.	1.8 – тақырып. Карбонаттар, сульфаттар, фосфаттар	4	
	<b>2 Бөлім. Петрография негіздері</b>		
9.	2.1 – тақырып. Тау жыныстарының негізгі ұғымдары және көрсеткіштері, тау жыныстарының жіктелуі	2	
10	2.2 – тақырып. Магмалық тау жыныстарының пайда болу жағдайлары, жайылу формасы және жіктелуі	2	
11	2.3 – тақырып. Магмалық тау жыныстарының көрсеткіштері	8	
12	2.4 – тақырып. Пайда болу жағдайларын, негізгі сипаттамаларын және шөгінді тау жыныстарының жіктелуі	2	
13	2.5 - тақырып. Сынық тау жыныстары, олардың жіктелуі	4	
14	2.6 - тақырып. Пелиттер (күмдар)	2	
15	2.7 – тақырыптар. Химиялық және биохимиялық жыныстар	6	
16	2.8 – тақырып. Пайда болу жағдайлары, негізгі сипаттамалары және метаморфтық тау жыныстарының жіктелуі	2	
17	2.9 – тақырып. Жергілікті метаморфизмінің жыныс сипаты	2	
18	2.10 - тақырыбы Байланысқан – метасоматикалық метаморфизмінің жынысының сипаты	2	
	Пән бойынша барлығы	80	8

## № 1 сабақ.

**Тақырып:** Кіріспе.

**Жоспар:**

1. Жалпы түсінік.
2. Минералогия тарихынан қысқаша мәлімет.

### 1. Жалпы түсінік.

Адам өміріне қажетті барлық қазына байлық жерден табатыны бәрімізге мәлім. Сол қазынаны іздеп табу, қазып алып, қорытып немесе тазартып пайдалану өнері ерте кезде шыққан. Кейінгі замандарда ол өнерлер ұлғайып ғылымға айналды.

Ол ғылымды жер ғылымы — геология — дейді. «Гео» — грекше жер деген сөз, «логос» — ғылым деген мағынада. Геология ғылымы жер қойнауындағы қазына байлықтарды ғана зерттеп қоймайды, сонымен бірге ол жердің беткі қабаттарын, ішкі құрылысын, тарихын, оның бетінде әр кездерде тіршілік еткен жануарлардың және өсімдіктердің түрлері мен тарихын зерттейді.

Сонымен, геология — күрделі ғылым, мұның көптеген тараулары бар.

Жердің шыққан тарихын, оның ұзақ өмірі бойынша басынан кешірген оқиғаларын зерттеуші бөлімді **тарихи геология** дейді. Ерте замандарда жер үстінде тіршілік еткен жануарлар мен өсімдіктердің қалдықтарын зерттейтін ғылымды **палеонтология** дейді; «палео» — грекше ескі, ертедегі деген сөз, «онтология» тіршілік ғылымы деген сөз. Сонда палеонтология ертедегі тіршілік туралы ғылым болып шығады. Тарихи геология мен палеонтология бір-бірімен тығыз байланысты. Сонымен қатар палеонтологияның биологиямен де (зоология мен ботаника) байланысы бар, өйткені қазіргі жануарлар мен өсімдіктерді зерттеу үшін олардың арғы тегін, тарихын білу қажет.

Жердің ішкі құрылысын, қабаттарын, сыртқы бедерін және сол құрылысты түзуші күштерді, қозғалыстарды зерттейтін ғылымды **динамикалық** немесе жалпы геология деп атайды. Жердің сілкінуі, таулардың құрылуы, жанар таулардың атқылауы, жер бетінің шайылып бұзылуы, тау-тастардың өзгеруі, материктердің және теңіздердің құрылуы сияқты мәселелерді осы жалпы геология зерттейді. Мұнымен қатар динамикалық геологияда Жердің алғашқы жаралуы, оның аспан кеңістігінде алатын орны, оның физикалық қасиеттері, формасы, өлшемі, химиялық құрамы айтылады. Бул жағынан қарағанда динамикалық геология аздап астрономияға жанасып өтеді.

Екінші, жағынан, жалпы геология жердің физикалық қасиеттерін зерттейтін болғандықтан, ол физика ғылымына да тығыз байланысты. Осының арқасында қазір **геофизика** атты ғылым тарауы шықты. Ол жер шарының физикасын, оның қабаттарындағы физикалық құбылыстарды зерттейді.

Жер астындағы суларды зерттейтін, ол сулардың жер қабатындағы қозғалыстарын, жердің бетіне тигізетін әсерін және физика-химиялық қасиеттерін зерттейтін ғылым — **гидрогеология** ғылымы. «Гидро» — грекше су деген сөз, сонда гидрогеология су геологиясы болып шығады.

Әр түрлі құрылыстар салуда, темір жолдар жүргізуде жер қыртысын зерттеуге тура келеді. Бұл — инженерлік геологның ісі.

Гидрогеология да, инженерлік геология да жалпы геологияға тығыз байланысты.

Жер қабаттарын, тауларды құрайтын заттарды тау жыныстары дейміз. **Тау жыныстары** дегеніміздің көпшілігі кәдімгі тастар. Жер қабаттарының құрамына тастардан басқа да кейбір заттар, мысалы топырақ, тас көмір, мұнай, су, мұз қабаттары, кіреді. Тау жыныстарының құрамындағы тасты грекше «петро» дейді. Сонымен, тау жыныстарын зерттеуші ғылымды петрография деп атайды.

Жалпы тау жыныстары әр түрлі химиялық қосындылардың құрамынан тұрады. Тау жыныстарының басым көпшілігі — тас. Тау жыныстарын құрайтын химиялық қосындыларды минералдар деп атайды. **Минералдар** — жер қабаттарындағы тау жыныстарын құрайтын табиғи химиялық бір тектес қосындылар. Сонымен, геологияның минералдарды зерттеуші бөлімі минералогия деп аталады.

Тек тау жыныстары ғана емес, сонымен қатар жер қойнауындағы әр түрлі кендер де, пайдалы қазындылар (байлықтар) да минералдардан тұрады. Осыған байланысты минерал заттардың пайдалы түрлерін зерттейтін қазынды байлықтар туралы ілім пайда болды. Ол кендерді қазып алып, тазартып немесе қорытып пайдалану ісі тау өнеркәсібі мен металлургия өнеркәсібі сияқты ірі өндіріске айналды.

Химиялық бір тектес заттар көбінесе кристалдар түрінде кездеседі. Мысалы, натрий металы мен хлор газы химиялық жолмен қосылса, бұл екі элементтен кәдімгі ас тұзы шығады. Ас тұзы — бір тектес химиялық қосынды, ол куб формалас, демек, ас тұзының кристалдары да куб формалас болады. Сол сияқты әртүрлі химиялық заттардың, яғни минералдың да кристалдық формасы әр түрлі болады. Ол формалардың әр затта әр түрлі болып келу себебі — заттарды құрайтын химиялық элементтердің атомдары мен иондарының өзара орналасу ретіне, басқаша айтқанда, ішкі құрылыс заңына байланыстылығында. Ас тұзының куб формалас болуы, оны құраушы натрий мен хлордың зарядталған атомдары, яғни иондары кубтың бұрыштарына кезектесіп орналасқандығында.

Сонымен, **кристалл** дегеніміз — ішкі құрылысындағы атомдары (яғни иондары) тұзу тәртіппен орналасқан, сыртқы формасы тұзу, көп жақты бір тектес қатты зат. Кристалдарды зерттеуші ғылым кристаллография деп аталады. Қазіргі ғылымда, техникада, өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында, әскери істерде кристалдар аса көп қолданылады. Сондықтан кристаллография да геологиялық ғылымдардың бір маңызды тарауы болып табылады.

Кейінгі айтылған петрография, минералогия және кристаллография ғылымдары біріне-бірі тығыз байланысты. Қысқасын айтқанда кристалдардан минерал заттар тұрады, минералдардан тастар, ал тастан тау жыныстары құралады деп түсінуге болады. Сонымен, тау жыныстарының жаратылысын, құрамын алып қарайтын болсақ, осы үш тараулы ғылым бірақ саладағы ғылым болып шығады, мұны петрология дейді.

Жердің химиялық элементтерінің тарихын және олардың жер қабаттарында орналасу, тарау, ауысу заңдарын зерттейтін ғылымды геохимия дейді, бұл грекше жер химиясы деген сөз. Геохимия минералогия, кристаллография, петрография үшеуімен де тығыз байланысты. Тегінде геохимия — осы үшеуінің басын бір жерге қосатын ғылым; бұл ғылым үстіміздегі ғасырдың бас кезінде шықты.

Осы айтылғандардан геология ғылымының көп тараулы, аса күрделі, маңызды ғылым екені түсінікті. Қазіргі ауыр өндірістің және өнеркәсіптің негізгі шикізат базасы осы геология табысына сүйенеді. География, топырақ тану ғылымдары да осы геологияға негізделген. Сонымен қатар, басқа табиғат тану, жаратылыс ғылымдары сияқты, геология да адамның жалпы білімін, мәдениетін арттырады, ой дәрежесін жоғары сатыға көтереді, санасын кеңейтуге ат салысады.

Біздің Қазақстан жерінің көлемі аса кең екені, оның жер қойнауында қазына байлықтары керемет мол екендігі әркімге мәлім. Олай болса, кең жердегі мол байлықты зерттеуші геология ғылымының Қазақстан жағдайында маңызы ерекше зор. Геология ғылымының негізімен танысып, өзінің туған жерінің табиғи сырын білу әрбір совет азаматының міндетті борышы болу керек.

Демек, геологиялық білім алудың ерекше маңызы бар. Геологияның барлық тарауын бір кітап көлемінде тегіс қамту қиын. Сондықтан біз бұл кітапта негізгі кристаллография, минералогия және петрография бөлімдеріне тоқтап өтеміз.

Өйткені кейінгі жылдары қазақ тілінде басылып шыққан В.А. Обручевтың «Геология негіздері» (аударма, 1950) мен А.Ж. Машановтың «Жер құрылысы» (1954) атты кітаптарында жалпы геология тараулары мен аздаған тарихи геология негіздері ғана баяндалған. Ал геология ғылымының ең негізгі керекті тараулары — минералдар, кристалдар, тау жыныстары жайында қазақ тілінде жазылған кітаптар жоқтың қасы. Олай болса, біз алдымен осы қажетті өтеуді орынды көрдік. Кітаптің кейбір өзгешеліктері мен жаңалықтарын атап өтейік.

Ең алдымен минералогия тарихында біздің Орта Азия ғалымдары Фарабидің, Бирунидің және Әбугали Синаның еңбектері көрсетілді.

Екіншіден, минералдардың кездесетін жері, жаратылысы, кендері жөнінде көп мысалдар Қазақстан жерінен алынды.



Үшіншіден, ғылымның кейінгі жаңалықтары тиісті жерлерінде пайдаланылды. Соғыстан кейінгі жылдары физика, математика, химия ғылымдары ерекше дамып, тамаша табыстарға жеткені мәлім. Мысалы, атом энергиясын пайдалануда, аспанға Жер серіктері мен ракеталар ұшыруда, радиолокацияның дамуында, телевизорда кристалдар мен минерал заттардың алатын орындары өзгеше. Олай болса, кристалдар мен минералдардың тамаша қасиеттерін білу және оны пайдалану тек осы ғылымға маманданған адамдарға ғана емес, сонымен қатар ол бүкіл халықтық іске де қажет.

Кристалдардың тамаша қасиеттерін зерттеу арқасында барлық физика, химия және математика ғылымдарына тағы бір жаңалық еніп отыр. Мысалы, кристалдардың геометриялық құрылыс заңдарын табу арқылы математикада топология заңдары ашылды. **Топология** арқылы минерал заттардың жаратылыс заңдарын айыруға болады. Сонымен, кристалдардың құрылысы өзін танытуға жол ашты.

Минералогияның күрделі мәселесінен азда болса хабар беру қажет деп білдік. Осы мақсатпен, мысалы, минералдардың фазалық ережесі мен кейбір геометриялық заңдардың байланысы сияқты жаңа мәселелер қаралды. Сонымен қатар өз тарапымыздан табылған кейбір жаңалықтар да аздап көрсетілді. Мысалы, кристалдардың барлық формаларын жалғыз ғана кубтан шығаруға болады деген қағида дәлелденді.

## 2. Минералогия тарихынан қысқаша мәлімет

Минералогия ғылымы ең әріден, көне заманнан басталады. Адам баласының мәдени тарихы минералогия ғылымына тығыз байланысты. Сол тарихтың әрбір белгілі дәуірлерінің өзі жер қойнауындағы минерал заттардың қандай түрлерін алып пайдалану дәрежесіне қарай бөлінеді деуге болады.

Алғашқы жабайы адамдардың табиғаттағы дайын тастарды қолдарына алып пайдалана бастауы, жердегі тау жынысы заттарын пайдаланудың басы болып табылады. «Тас мәдениеті» сол кезден басталады.

Тастарды пайдаланудың алғашқы түрі тек дайын жатқан кесек тасты алып лақтыру немесе оны ату еді. Онан соң ыңғайлы кесек тастарды ағашқа байлап, сап жасап, тас шоқпар, тас балға, тас кетпен ретінде пайдалану, ал қырлы, өткір тастарды пышақ, орақ, балта ретінде пайдалану ісі басталған. Онан кейін тасты қолдану шеберлене берді. Ең алғашқы анайы тас қолдану заманы **эолит** деп аталады. «Эос» — грекше таң, «литос» — тас деген сөз. Сонда эолит деген сөз тас заманының басталу таңы деген мағынаны береді.

Көп ғалымдардың пікірі бойынша бұл эолит заманы біздің жыл санауымыздан 1 миллион жыл шамасы бұрын басталған болу керек.

Онан кейінгі замандарда адам баласы тасты өндеп, ықшамдап пайдалануды үйренді. Тастан алуан түрлі құралдар жасайтын болды. Оның үстіне тастарды шақпақ ретінде пайдаланып от жағуды үйренді. Мұны **палеолит заманы** немесе **ескі тас заманы** деп атайды.

Палеолит — бірнеше жүз мыңдаған жылдарға созылған заман. Оның аяқталғанына 20 мың жыл шамасы болды деп есептеледі.

Одан соң тастарды пайдаланудың аса шеберлігіне жеткен заман басталды, тастарды егеп, қайрап, тесіп, онан тиірмен жасау, садаққа оқ, найзаға ұш жасау, басқа да түрлі көркемдікке қолдану, тіпті ақша ретінде де қолдану ісі басталды. Мұны неолит заманы немесе жаңа тас құрал заманы деп атайды.

Неолит заманы біздің жыл санауымыздан 20 мың жылдай бұрын басталып, 15 мың жыл шамасына созылған.

Мұнан кейін саз балшықтан құмыра жасау өнері шықты.

Саз балшықтан жасаған құмыраны өртеу өнерін үйренгеннен бері қарай «тас мәдениеті» онан сайын алға басты. Өртеген қыштардан бірнеше алуан әшекейлі, оюлы, шимай нақышты ыдыстар жасаумен қатар оларды көркемдік, құрылыс, сәулет өнерлеріне де пайдаланатын болған. Екінші жағынан саз балшықтан жасаған тақтайшаның бетіне таңба, жазба белгілер жазып, мөр жасау өнері басталған. Бұл адам баласының қолдан жасаған «тас кітабы» еді.

Саз балшықтың бетіне әр түрлі үшкіл (сына) таңбалар жазып, оны кейін өртеп, тамаша берік «тас кітаптар» қалдырған Шумер, Ассирия, Вавилония сияқты елдердің жазу мәдениеті белгілі болды.

Саз балшықтармен қатар металдар да пайдаланыла бастады. Ең алдымен табиғатта таза күйінде кездесетін металдар қолданылды. Оған алтын, күміс, платина, мыс, сынап, темір және басқалары жатады.

Булардың ішінде ең құндысы да және көбірек кездесетіні де алтын мен күміс. Басқалары табиғи таза түрінде сирек кездеседі.

Металды шын мәнісінде қолдану дәуірі оны тастардың, басқаша айтқанда, минерал заттардың ішінен қорыту арқылы айырып алудан басталады.

Металл қорыту ісі, әрине, ең оңай әрі тез қорытын минералдарды қорытудан басталды. Ондай минералдарға көбінесе түсті металдар деп аталатын металдардың әр түрлі химиялық қосындылары жатады. түсті металдардың ең бастылары — мыс, қорғасын, мырыш, қалайы, сынап, сурьма т. б.

Осы металдардың жер қойнауындағы химиялық қоспалары, яғни минералдары жеңіл қорытылады. Бұлар — көбінесе тезек шоғына немесе ағаш көмірге қорытын минералдар. Бұл металдардың ішінен күрделі түрде ең көбірек кездесетіні де және құралдар жасауға қолайлы қаттырағы да мыс. Сондықтан металл қорыту, металл қолдану заманының басы осы мыс қорыту мен мыс қолданудан басталады. Адам баласының мыспен таныс болуы мыстың табиғи таза, яғни металл түрінде кездесуінен басталған болуы керек.

Мыстың созылғыш, соғылғыш қасиетіне түсінген адамдар оны іздеп табуға машықтанды. Жер қойнауындағы мыс көбінесе мыстың көгерген (тотыққан) қосындыларымен аралас келеді. Мысты тазартып алу үшін оны отқа салып өртеген болса, ондамыс тотықтарынан да таза мыс шығатыны айқын болмақ. Демек, осыдан мыс қорыту ісі басталмақ. Енді жер қойнауынан тек металл мысты ғана емес, оның минерал түрлерін, яғни көгерген тотықтарын іздей бастады.

Мыстың оттегімен қосылып көгерген минералы, яғни оның тотығы көбінесе жер бетінде кездеседі. Мұның ашық көк түсі сол минералдарды табудың бір айқын белгісі болып табылады. Мыс кендерінің бет жағы көгеріп жатады.

Қарағанды маңындағы Успенск мыс кендерін ерте кезде халық Көктас немесе Нілді деп атағаны осыдан (ніл — көк бояу деген сөз) болуы керек.

Теренде жатқан мыс кендеріндегі мысты минералдар көбінесе күкіртпен қосылған түрінде кездеседі. Кенорнының бетіне тақау жерде күкіртті және оттекті мыс минералдары аралас кездеседі. Отқа өртеген уақытта



1-сурет. а — тас құрал, б — мыстан жасалған тот.

күкіртті минералдар да оңай балқып, металл тез тазарады.

Демек, таза мысты айырумен байланысты адамдар тотықтан мыс айыруды үйренді; тотықтан мыс айырумен байланысты күкіртті мыс минералдарынан мыс айыруды үйренді. Сонымен,

мыс қорыту ісі жолға қойылып, мыс заманы басталды. Мыс заманының басталғанына 6 000—7 000 жылдай болды деп есептейді. Мұнда бір ойда болатын нәрсе, мыс заманы да, басқа замандар сияқты барлық жерде, барлық халықтар арасында бірдей басталып, бірдей тараған жоқ, олар әр жерде әр кезде басталды. Мысалы, мыс қолдану заманы кейбір шығыс елдерінде біздің жыл санауымыздан 7 000 жылдай бұрын басталған болса, ал батыс елдерінде мыс қолдану ісі онан бірнеше мың жылдай кеш тараған. Сондықтан металл қолданған замандардың тек ең арғы шегін алып айтамыз.

Мыс заманы көпке созылған жоқ, ол қола (жез) дәуіріне айналды.

Қола деп мыстың басқа металмен қосылған қорытпа қоспасын айтады. Мысалы, мысқа қорғасын, мырыш немесе қалайы қосып қорытады, сонда әр түрлі қола шығады.

Жеке металл мысқа қарағанда қола әлдеқайда берік, қатты және әдемі, алтын түстес болады.

Кола жасағанда мысқа қосылатын қорғасын, мырыш, қалайы металдарының табиғатта кездесуі және олардың қорытылу әдісі мыстікіне ұқсас келеді. Көп жерлерде осындай түсті металдардың кендері қатар немесе аралас кездесіп отырады.

Біздің жыл санауымыздан 3 000—4 000 жыл бұрынғы адам өмірінде қоланың маңызы қазіргі өмірдегі темірдің маңызынан да артық болған.

Қола қорытумен байланысты кен іздеу, химиялық минералды зерттеу ісі басталды.

Мұнымен қатар бұрыннан келе жатқан «тас өнері» мен «тас мәдениеті» де шеберленіп, оның кейбір түрлері өркендей берді, өрлей берді.

Ерте замандағы адам тарихында тастардың аса зор орын алғандығына тағы бір мысал келтірейік. Минералды шығыс елдерінде «маден» дейді. Мәдениет деген сөздің түбірі сол маденмен, яғни минералмен байланысты болу керек. Олай болғанда «мәдениет» деген сөздің өзі минерал тану, дүниеге керекті заттарды тану мағынасында болу керек.

Мыс, қорғасын сияқты металдарды қорытудан гөрі темір қорыту әлдеқайда қиын. Сондықтан темір қорыту өнері түсті металдарды қорытудан мындаған жылдар кеш басталған. Сонымен, темір қолданған дәуір қола дәуірінен кейін, біздің жыл санауымыздан бірер мың жылдар шамасы бұрын басталған. Үстіміздегі дәуірді әлі де темір қолданған дәуір деуге болады. Адам баласының бүтін тарихы бойында металдармен қатар тастар да қолданылып келді, ол осы күнге дейін қолданылып отыр және келешекте де қолданыла бермек. Мысалы, егіншілік өнері басталысымен-ақ тастан келі, тиірмен жасау өнері шыққан болса, сол құралдар қазірге шейін қалған жоқ.

Садақтың оғы, найзаның ұшы, балтаның басы, пышақтың жүзі сияктанған нәрселердің бәрі де арғы кезде тастан жасалып келгені мәлім. Отты да сол шақпақ тастан тапқан.

Неше түрлі көркемдікке де сол тастар қолданылып келген. Асыл тастардың көп түрлері осы күнге дейін көркемдікке қолданылатыны белгілі, мысалы: алмаз (гауһар), меруерт, інжу, маржан, лағыл, ақық, изумруд, феруза, янтарь, малахит, т. б.

Бұрын тастардың кейбіреулерінде керемет ғажайып сыр бар деп те таныған. Оларды қасиеттеп ұстайтын болған. Мысалы, тесік тасты мал сауатын шелектің құлағына байлап қойса сүт берекелі болады деп білген.

Қысқасын айтқанда, адам өмірінің барлық саласында тастың кіріспейтін жері жоқ деуге болады. Тас мәдениетінің барлық саласын қамтитын кітаптар жазылатын болса, ол бірнеше том болар еді.

Минералогия жөнінде жазылған еңбектерге келетін болсақ, олар арғы кезде, әрине, аз болған. Минерал заттардың қасиетін тану кейбір адамдардың қолынан ғана келетін өнер болып, атадан балаға, ұстаздан шәкіртке жасырын түрде жатқа беріліп келген. Минералдар туралы жазылған еңбектердің ең алғашқыларына Теофрастың «Тастар туралы» деген еңбегі жатады. **Теофраст** — ертедегі грек халқының ірі ғалымдарының бірі, атақты Аристотельдің шәкірті (біздің жыл санауымыздан 372—287 жыл бұрын өмір сүрген).

Теофраст еңбегінде 16 түрлі минералдың сипаттамасы беріліп, олардың қасиеттері айтылады. Барлық минерал заттарды ол үш түрге бөледі: 1) металдар, 2) тастар және 3) топырақ.

Теофрастан кейін минералдар туралы еңбек жазып қалдырған Римнің атақты ғалымы **Үлкен Плиний**. Ол біздің жыл санауымыздың алғашқы ғасырында, яғни 23 жылы туып, 79 жылы Везувий вулканы атқылаудан қаза тапқан. Үлкен Плиний минералдар туралы өз заманындағы мәліметтерді тегіс жинауға тырысқан. Бірақ оның еңбегінде ғылымға өнерліктей жаңа мәлімет болмаған.

Онан кейінгі мың жылға тарта созылған орта ғасырлар дәуірінде батыс елдерде минералдар туралы ешқандай еңбек жазылмады деуге болады.

Орта ғасырларда бүкіл дүние жүзіндегі барлық ғылымдардың туын ұстап, оны ілгері дамытушылар арабтар болды. Араб мәдениеті ең кемінде 7—8 ғасыр бойы (600—1500 жылдар ара-сы) жер жүзіне жайылған ең күрделі мәдениет еді. Олар есептен, астрономиядан, алхимиядан (химиядан), медицинадан, минералогиядан, географиядан тағы басқа ғылым тарауларынан көптеген еңбек қалдырды.

Минералдар туралы араб тілінде жазылған еңбектер батыс елдердің ғалымдарына толық белгілі емес. Сол себептен олар бұған баға да бермей келді. Тек кейінгі кездерде ғана минералогия ғылымының тарихында араб мәдениетінің аса зор орын алатыны сезіле бастады.

Осы баяндалғандарға бірнеше мысал келтірейік.

Минералдар туралы араб тілінде еңбек жазған авторларды алғаш рет көрсеткен М. Штейншнейдер. Ол — араб мәдениетін зерттеуші, Фараби мен Бирунидің минералогиясы туралы үлкен еңбек жазған ғалым. Оның «Арабша тастар тізбесі» деген еңбегі неміс тілінде шығатын «Немістің Таяу Шығыс қоғамы» журналында 1895 жылы басылып шықты (49-том, 244—278-бет).

М. Штейншнейдердің осы еңбегінде минералдар туралы арабша еңбек жазған авторлардың хронология тәртібі тіркеліп көрсетілген. Сол тізімде тастар туралы, жалпы минералдар туралы арнаулы кітап жазғандарының өзі елуге барады. Оның үстіне басқа ғылымдармен байланысты, басқа елдердің авторларымен байланысты тастар жөнінде мәлімет келтірген адамдар да толып жатыр.

Солардың ішінде алдымен Джабир ибн-Хайян аталады. Ол кәдімгі араб алхимиясының атасы болып саналатын

## **№ 2 сабақ.**

**Тақырып:** Кристаллдық заттардың қасиеті, олардың құрылымының негізі.

**Жоспар:**

1. Жалпы мәлеметтер.
2. Кристаллдық заттың қасиеттері.
3. Кеңістік торы
4. Кристалдың өсуі.

### **1. Жалпы мәлеметтер.**

Кристаллография ғылыми кристалдық заттардың сыртқы пішінін, ішкі құрылысын, пайда болу жолын зерттейді.

Ежелгі гректер мен римдіктер мұзды «кристаллос» (таза мұз) деп атаған. Сырт көрінісі мұз іспетті таза хрусталді (сутасты) мұздың тасқа айналған түрі деп санаған, яғни кәдімгі кварц минералы «кристаллос» деген атқа ие болған. Сөздің өзгеруі нәтижесінде ол «кристалл» сөзіне айналған. Кейінірек табиғи жолмен түзілген, көп қырлы, симметриялы келген барлық заттар (денелер) кристалл деп аталған.

XVII—XVIII ғасырларда М.В. Ломоносов пен Х. Гюйгенс кристалдың ішкі құрылысына назар аударды Рене Жюст Гаюидің кристалл құраушы молекулалар пішіні жөнінен параллелепипедке ұқсас болуы мүмкін деген пікірін Браве қуаттады. Орыс ғалымы Е. С. Федоров кристалдардың ішкі құрылысының белгілі заңдылықпен тор тәрізді қуысты болып келетінін математикалық жолмен дәлелдеді.

Кристалдан минералдар, минералдардан тау жыныстары түзіледі. Өзіміз күнде керіп жүрстін топырақ түйіршіктері, ас тұзы, қар ұшқындары, тіпті адамның шашы мен сүйегі де кристалдық заттардан құралады.

Кристалдардың мөлшері мен пішіні ине, біз, қағаз беттері, өсімдіктің жапырағы, сабағы тәріздес болып та, кісі бойындай күйде де кездеседі. Мөлшері қандай болса да эр кристалдың тек езіне ғана тән пішіні болады. Мысалы магнетит кристалы сегіз қырлы октаэдр, гранаттың кристалы он екі қырлы ромбододекаэдр, ас тұзы кристалы алты қырлы куб (текше) күйінде кездеседі.

Кристалдың айналасын қоршаған тегіс жазықтар оның жағы, жазық жақтар өзара түйіскен түзу сызықтар кристалл қыры, ал қырлардың түйіскен жері кристалл бұрышы деп аталады. Кристалдың сырт пішінін сипаттайтын жақ, қыр, бұрыш аталатын үш мүшесі өзара мына теңдеу бойынша байланысады (Эйлер заңы).

Қолайлы жағдайда түзілген кристалдың осы үш мүшесі айқын байқалады, бірақ табиғатта мұндай жағдай жиі кездесе бермейді. Кристалдық заттарды құраушы бөлшектер өзара белгілі бір реттілік бойынша орналасады.

Кристалдарды құраушы атомдар дәлме-дәл заңдылық бойынша бір-біріне килікпестен өзіне тиісті орынды алады. Кеңістікте белгілі заңдылықпен реттеле орналасқан атомдар кристалдық құрылымды құрайды. Әр кристалл бөлшектерінің орналасу тәртібі, кристалдық құрылымы түрліше келеді.

Кристалдың қасиеттері кейде қарапайым, кейде күрделі келетін атомдық құрылыммен тығыз байланысты. Кристалдық заттарды құрайтын атомдар, иондар, молекулалар бір-бірінен аз ғана аралықта симметриялы қатарлана тізбектеледі, тізбектер арасындағы қашықтық бірнеше ангстрем ( $\text{Å}$ ) шамасында болады (ангстрем сантиметрдің  $10^{-8}$  бөлігіне тең). Құраушы бөліктердің арасындағы қуыс тәрізді тор көзді кристалдың шілтер деп атайды. Кристалл бөлшектері дүркін-дүркін қайталанатын қатарларды, жазық торларды, шілтерлерді құрайды.

Құраушы бөлшектері ретсіз, белгілі бағыты жоқ қалай болса солай орналасқан қатты заттарды **аморфтық заттар** деп атайды. Ондай заттардың мысалы ретінде шыныны, пластмассаны, желімді келтіруге болады. «Аморф» - грекше пішінсіз деген мағына береді. Аморфтық заттарда белгілі пішін байқалмайды, тұрақсыз күйде келеді, кристалдық заттарға айналғанда оларды құраушы белгілі тәртіппен реттеле орналасады. Кристалдық заттардың күйі тұрақты болатындықтан, оны құраушы бөлшектер белгілі заңдылық бойынша дұрыс орналасуы үшін жұмсалатын энергия шамасы жоғары болмайды.

## 2. Кристалдық заттың қасиеттері.

**Анизотроп** (грекше «анизотроп»— бірдей қасиетті емес) - кристалдық тор бөлшектерінің арасындағы қашықтықтың бөлшектер арасындағы байланыс күштерінің әр бағыттағы әр түрлілігі. Бірдей реттілікпен дүркінді орналасқан бөлшектердің бір-бірінен қашықтығы параллель бағытта бірдей (тепе-тең), ал көлденең бағытта әркелкі келеді.

Аморфтық заттар изотроптық заттарға жатады, өйткені олардың қасиеттері әр бағытта бірдей.

**Симметрия** (бірдей өлшемділік) — көп жақты геометриялық фигура болып табылатын кристалдық заттардың ерекше белгісі. Осындай фигураны тұрған орнынан басқа қалыпқа қайта орналастырғанда ол өзінің бұрынғы орнына дәл үйлесе оның симметриялық қасиеті бар деп есептеледі.

**Бір тектілік** - кристалдың құрамы мен қасиеттерінің бүкіл кристалл денесі бойынша ауытқымай тұрақты болып қалу қасиеті.

**Өздігінен бағдарлану** өсу ортасы қолайлы көлденең көлденең жоқ жағдай кристалдың жазық жақтар, жікшіл келген көп қырлармен шектеліп өсу қасиеті.

## 3. Кеңістік торы

Белгілі заңдылыққа сәйкес еркін түзілетін кристалдың ішкі құрылысының геометриялық пішіні болып табылатын қаңқа **кеңістік торы** деп аталады. Ойша кеңістік торын өлшемдері бірдей келген, бір-біріне тығыз түйістіре қаланған элементар кубтардың, параллелепипедтердің текшесі деп қарастыруға болады. Осы элементар кубтар мен параллелепипедтерді кеңістік торының **ұясы** деп атайды.

Осы ұяның тұрақты шамалары саналатын  $a$ ,  $b$ ,  $c$  кесінділері мен  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  бұрыштарының мәндері белгілі болса кеңістік құрауға болады. Ұялардың бұрыштары тордың түйіндерін бір-біріне қосатын түзу сызықтарды - ұяның қатары, бір қатарда орналасатын үш түйін арқылы өтетін жазықтық, яғни кубтың немесе параллелепипедтің жағын - **жазық тор көзі** (қор-жыны) дейді, бір-біріне перпендикуляр үш жазық торкөзінен (қоржыннан) кеңістік торы құрылады. Нақты кристалдың жақтары кеңістік торының бөлшектерімен, ал жазық торкөздері мен қырлары қатарлармен тығыз толады, бұрыштары кеңістік түйінде рімен сәйкеседі. Нейтрал түйіндердегі орынды атом не нейтрал топ - молекула алады, зарядты түйіндерде ион немесе зарядты топ- радикал орналасады.

## 4. Кристалдың өсуі.

Кристалдар сұйық ерітінділерден, балқыған күйдегі магмадан (грекше «магма»—камыр), газдардан, қатты заттардың бастапқы кристалдарының ыдырауынан түзіледі. Кристалдардың түзілетін ортасы әр түрлі ерітінділер. Кристалл бір өзектесн (ядро) өсе бастайды, болашақ кристалдың езегі бөгде бір кристалл, түрлі қатты заттардың түйірлері болуы мүмкін. Мұндай өзек

болмаған жағдайда болашақ кристалл құрамына кіретін атомдар кристалдану центрін құрайды. Магма балку температурасына жеткенде онда кристалдану процесі басталады. Өзектің жақтарына ерітіндіден тұнған материал параллель түрде қапталып жамала бастағанда кристалл өсе бастайды. Кристалдардың саны, олардың сыртқы пішіні, ірілігі, уақтылы өсу ортасындағы температура және қысым өзгерістеріне байланысты. Баяу өскен кристалдардың қырлары тұрақты, тез өскен кристалдардікі өзгермелі келеді.

Балқыған магманың баяу суынуынан жаралатын тау жыныстарының (габбро, гранит, диорит т.б.) құрамында көптеген минералдардың кристалдары түзіледі. Вулкандардың атқылауы кезінде бөлінетін газдардан күкірттің, ас тұзының, гипстің кристалдары жиналады (Камчатка, Куриль аралдары т. б.).

Табиғаттағы кристалдар үздіксіз өзгеріске шалынып отырады. Олардың біреулері бастапқы күйін өзгертіп жатқанда, екіншілері түзіле бастайды. Мысалы, әдемі сары түсті пирит минералының кристалдары ыдырап, борпылдақ темір тотығына, кварцтың мөлдір кристалдары құмға айналады.

**Кристаллографияның негізгі заңының анықтамасы мынадай: кристалдардың өсу жағдайындағы температурасы, қысым күші бірдей болса заттың кристалдық торы бірдей болады, яғни оның сәйкес жақтарының арасындағы бұрыш тұрақты болады.**

1749 ж. М. В. Ломоносов бұл заң кристалдың ішкі құрылысымен байланысты деп тапты. 1779 ж. Ж. Роме

Лиль қуаттап, қосымша дәлелдер келтіріп толықтырды. Бұл заң үш ғалымның есімімен Стено-Ломоносов-Роме де Лиль заңы деп аталып кетті. Кристалдың жақтары өз-өзіне параллель өскендегі бұрыштың тұрақты болуы заңды, өйткені кристалдың аумағы, пішіні қандай болса да, еңкіштігі өзгермейді.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. «Кристалл» ұғымына анықтама беріңдер.
2. Кристаллдық заттардың маңызды қасиетін анықтаңыз.
3. Кристаллдық қабырғасы, жағы және төбесі деп нені айтамыз?
4. Табиғатта кристаллдық заттың таралуы қандай?
5. Аморфты дене дегеніміз не?
6. Кристаллдық заттың аморфты заттан айырмашылығы неде?
7. Кеңістік торкөзі дегеніміз не?
8. Кристаллографияның негізгі заңын атаңыз.
9. М.В. Ломоносов дегеніміз кім?

### **№ 3 сабақ**

**Тақырып:** Геометриялық кристаллография.

#### **Жоспар:**

1. Кристалдар симметриясы.
2. Кристаллдардың жіктелуі
3. Кристаллдардың пішіні
4. Қарапайым пішіндердің тізбесі

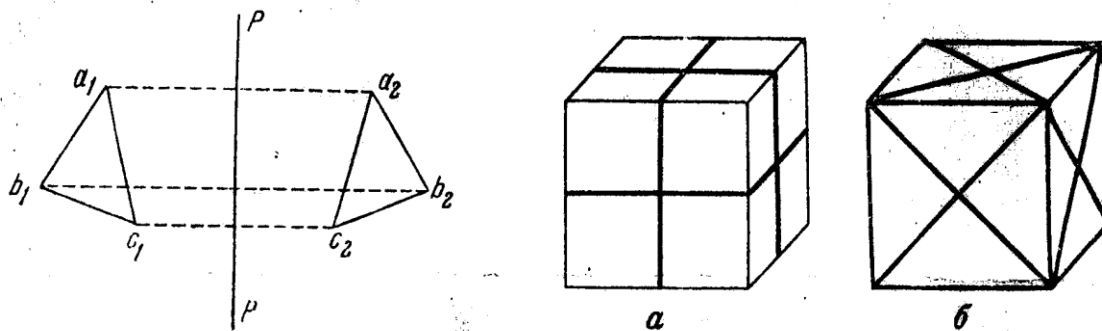
### **1. Кристалдар симметриясы.**

**Симметрия** — геометриялық фигура бөліктерінің кеңістікте өз-өзіне беттесуі.

Симметрия табиғатта кең тараған, мысалы, көбелектің қанаттары, гүлдің жапырағы, адамның екі қолы. Көп қырлы қатты зат кристалды тұрған орнынан басқа қалыпқа орналастырғайда ол өзінің алғашқы орнына дәл үйлеседі. Кристалдардың симметриялық қасиетін симметрия мүшелері деп аталатын **симметрия жазықтығы (P)**, **симметрия осі (L)**, **симметрия центрі (C)** арқылы анықтауға болады.

Кристалдың симметриялығын білдіретін геометриялық элементтер - **жазықтық, түзу сызық, нүкте.**

Симметрия жазықтығы  $P$  — әрбір затты (кристаллы) айна қатесіз тең екі бөлікке бөлетін жазықтық. Бір нәрсенің өзімен оның айнадағы кескінінің арасындағы айнаның беті, екі қолдың алақанын қабыстырғанда алақандардың түйіскен беті симметрия жазықтығының мысалы болады. Кірпішті немесе сіріңке қорабын ұзыны және көлденеңі бойынша тең екі бөлікке жарғанда үш симметрия жазықтығы пайда болады. Симметрия жазықтықтары ең көп фигура — куб, кубта 9 симметрия жазықтығы болады.

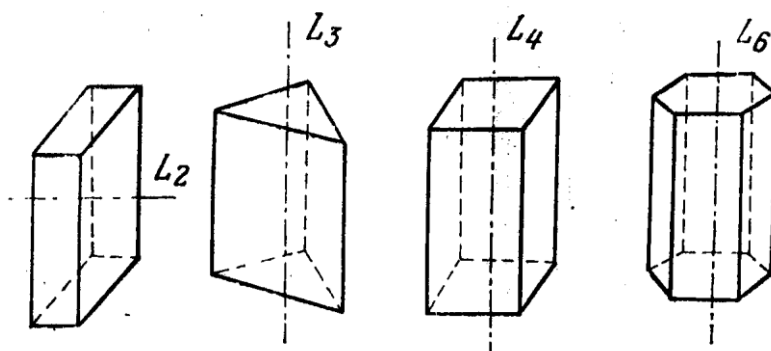


Симметрия жазықтығы. ( $P$ )

Симметрия осі  $L$  — фигураны (кристаллы) ойша жүргізілген сызықтың теңірегінде айналдырғанда оның бірдей бөліктері бірнеше рет қайталанатын болса осы сызық симметрия осі деп аталады. Симметриялық екі жазықтықтың, түйіскен жері симметриялық ось болады. Фигураны алғашқы тұрған қалпынан белгілі бір бұрыш-қа айналдырғанда ол езінің бұрынғы тұрған орнын екі, үш, төрт, алты рет қайта басады. Фигураның осындай айналу бұрышының ( $\alpha$ ) ең кіші мәні осьтің айналу бұрышы деп аталады. Осының айналу бұрышының бүтін сан болуы және мына формуланы қанағаттандыруы тиіс

$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$  мұндағы  $n$  — бүтін сан болуы шарт, яғни 2, 3, 4, 6 сандарымен шектелуі керек. Осы сандарды келтіріліп отырған формуладағы  $n$  саиының орнына қойсақ симметрия осьтерінің айналу бұрышы  $\alpha$  мәні тек  $180^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$  болады, яғни фигуралар (кристалдар) симметрия осі арқылы толық бір айналғанда өзінің бастапқы тұрған күйіне 2, 3, 4, 6 рет қайта келеді де симметрия осінің дәрежесін көрсетеді, яғни:  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_6$ .

Бұлардың соңғы үшеуі жоғарғы дәрежелі осьтер деп аталады. Бірінші дәрежелі ось ( $L_1$ ) болмайды, өйткені кристалл (фигура) айналмай тыныш күйде тұр, ал дәрежесі 6-дан жоғары осьтер де жоқ, өйткені біздің үйреншікті кеңістік бағдарымыз бойынша  $360^\circ$ -тан көбірек бөліктерге бөлінетін шеңбер кездеспейді. Сондай-ақ 1 кристалдардың ішкі құрылысының ерекшеліктеріне байланысты 5 дәрежелі ( $L_5$ ) ось те жоқ. Айналу осьтерінің мүмкін болуға тиіс сандары мынадай: Екінші дәрежелі осьте ( $L_2$ ) — 1, 3, 4, 6, үшінші дәрежелі осьте ( $L_3$ ) — 1,4; төртінші дәрежелі осьте ( $L_4$ ) — 1,4, алтыншы дәрежелі осьте ( $L_6$ ) — тек біреу ғана болады.



Симметрия осьтері:  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  және  $L_6$

Симметрия центрі  $C$  — кристалдың бір-біріне тең әрі Параллель қарама-қарсы жатқан екі жағының дәл ортасынан өтетін нүкте симметрия центрі ( $C$ ) немесе орталық нүкте деп аталады.

Симметрияның екі осінің түйіскен жері де центр Пола алады. Айналасы шектелген фигураларда бір ғана центр болады. Центрісіз кристалдар да кездеседі.

Симметрия формуласы — кристалдардың (геометриялық фигуралардың симметрия мүшелері үшін қабылданған әріптік белгілер бойынша тетелес орналастырылған ірнек. Бұл өрнектегі симметрия мүшелерінің орналасу тетелестігі мынадай: симметрияның айналу осьтері (L), симметрия жазықтығы (P), симметрия центрі (C). Жоғары дәрежеліден төменгі дәрежеліге қарай орналастырылатын осьтердің, симметрия жазықтықтарының алдына қарастырылып отырған кристалдарды қанша болатындығының саны көрсетіледі, ал центр (C) барлық кристалдарда біреу-ақ болады.

Кубтың параллель 6 жағы бар, оның әрбір сыңарлас жағында бір төрт дәрежелі, ось болғанда алты жақта төрт дәрежелі 3 ось бар ( $3L_4$ ).

Барлық симметрия мүшелерінің (жазықтықтардың, осьтердің, центрдің) геометриялық қатынастарының толық жинағы симметрия түрі деп аталады. Кристалдарда симметрияның 32 түрі болатынын 1830 жылы Гессель, кейін 1867 жылы А. В. Гадолин анықтады. Симметрияның 32 түрінің, бұрыштары, оған сәйкес символдарының ұқсастығына қарай симметрия түрлері топтарға біріктіріледі. Сонымен, симметрияның, бір не бірнеше мүшелері симметрия түрлерінің тобы кристаллографиялық сингония немесе кристаллографиялық жүйе деп аталады. Осы топтардың жиынтығы жеті кристаллографиялық сингонияға, немесе кристаллографиялық жүйеге ажыратылады («син»—бірдей, тең, «гония»—бұрыш). Осы ар ала бірден-бір бағыт деген ұғымды енгізген дұрыс, өйткені алдағы баяндауларда бұл ұғым кездесіп отырады. Кристалды осі бойышша қанша айналдырғанда да қайталанбайтын бағытты бірден-бір бағыт деп атайды. Мұның мысалы ретінде алты қырлы қарындаштың, алты қырлы призманың, алты қырлы пирамиданың алтыншы дәрежелі осін ( $L_6$ ) келтіруге болады. Жеті кристаллографиялық сингония үш категорияға ажыратылады.

## 5. Кристаллдардың жіктелуі

Кристаллдардың құрамына кіретін егізпішінді элементтердің жиынтығын қарай топтарға бірігеді. Мысалы, егізпішінді куб тобына  $3L_4$ ,  $4L_3$ ,  $6L_2$ ,  $9PC$ ; тетраэдр  $4L_3$ ,  $3L_2$ ,  $6PC$ . Әртүрлі комбинациядағы егізпішін элементтерінің нәтижесінде кристаллдардың 32 тобы ерекшеленеді. Бір топқа егізпішіннің біркелкі элементтерінің жиынтығын иеленген кристаллдар жатқызылған. Топтар сингонияларға біріктірілген. Бір немесе бірнеше егізпішіннің ұқсас элементтері бар топтар бір сингониялық топқа жинақталған. Бұндай сингонияның 7 түрі —кубтық, тетрагональдық, гексагональдық, тригональдық, ромбылық, моноклинді, триклинді болып бөлінеді. Егізпішіннің дәрежесіне қарай сингониялар ірірек бөлімшелерге, категорияларға бірігеді. Жоғары, орта, төменгі. 1 кестеде сингониялардың сипаттамасы мен категориясы көрсетілген.

кесте.

### Сингониялардың сипаттамасы мен категориялары

№	Сингония	Топ саны	Егізпішін элементтерінің типоморфты жиынтығы	Категориялар
1	Кубтық	5	$4L_3$	Жоғары. Екінші реттен жоғары бірнеше егізпішіннің өсі
2	Тетрагональдық	7	$L_4$	Орташа. Екінші реттен жоғары бір егізпішіннің өсі



3	Гексагональдық	7	$L_6$	
4	Тригональдық	5	$L_3$	
5	Ромбтық	3	Егізпішін өсінің жиынтығы екінші ретте және егізпішіннің жазықтығы 6-ға немесе 3-ке тең $L_3$ 3 PC, $L_2$ , 2 P	
6	Моноклиндік	3	Егізпішін өсінің жиыны екінші реттегі және егізпішіннің жазықтығы L-ге немесе 1-ге тең: $L_2$ PC; $L_2$	Төмен. Екінші реттен жоғары егізпішіннің өстері жоқ.
7	Триклиндік	2	Егізпішіндік элементтер жоқ немесе (C) егізпішіндік орталық бар	

## 6. Кристаллдардың пішіні

Кристаллдардың пішінін оның барлық қырларының жиынтығы құрайды. Кристаллдардың арасында пішіннің екі түрлі тобы бар: 1- қарапайым пішін; 2 – қарапайым пішіннің комбинациясы (күрделі пішін).

Қарапайым пішін деп сызықтары мен қырлары бірдей көлемдегі егізпішінді орналасқан кристаллдарды айтамыз.

Қарапайым пішіндер комбинациясы (күрделі пішін) деп кристалл қырларынан тұратын, сызықтары мен қырлары ажыратылатын кристаллдарды айтамыз. Комбинацияда қырларының қанша түрі болса, сонша қарапайым пішін қатысады.

Қарапайым пішін өз ішінде ашық және жабық болып бөлінеді. Жабық қарапайым пішінге квадраттың, ромбының, үшбұрыштың т.б. пішіндері бар барлық қырлары бірдей кеңістікте түйісетін түрі жатады. Мысалы: гексаэдр, октаэдр, тетраэдр – жабық пішін. Ашық қарапайым пішін кеңістікте түйіспейді және олар басқа қарапайым пішіндермен комбинациялық қарым-қатынаста болады. Ашық пішінге, мысалы, екі параллель қырларымен жабылатын призмалар бір қырларымен жабылатын пирамидалар мен басқа пішіндер жатады.

## 7. Қарапайым пішіндердің тізбесі

Қарапайым пішіндердің атауында қырларының санын, пішінін, қиылысуын білдіретін бірнеше негізгі белгілері көрсетілген. Кристаллдардың қарапайым пішіндерінің тізбесінде грек терминдері қолданылады, олардың көбірек пайдаланылатындарына төмендегілері жатады:

Моно – жалғыз, біреу;  
Би, ди –екеу, қос;  
Три –үш, үш есе, үштік;  
Тетра – төрт, төртесе, төрттік;  
Пента – бес жерде, бес;  
Гекса –алты жерде, алты;  
Окта –сегіз жерде, сегіз;  
Додека –он екі, он екіге;  
Эдро – қыр;  
Гонио –бұрыш;  
Син –ұқсас;  
Пинакос – кесте, тақта;  
Клинэ – иілу;  
Поли –көп;  
Скаленос – қисық, түзу емес.

Осылайша келтірілген грек терминологиясын пайдалана отырып қарапайым пішіндердің орналасуының аталуын қарастырамыз. Куб біркелкі алты қырдан тұрып, гексаэдр деп аталады. Сегізқырлылық – октаэдр, төртқырлылық – тетраэдр; бірдей орналасқан екі бірдей пирамида дипирамида құрайды, қырлар үшқырлы қисық қырларға тұйықталған кристаллдар түрін скаленоэдр, екі параллель қырлардың пішінін пинокоид, екі түйіліскен қырларды диэдром, бір қырымен көрсетілген пішінді моноэдр деп атаймыз.

#### **Бақылау сұрақтары:**

1. Симметрия дегеніміз не? Симметрияның қандай элементтерін білесіздер?
2. Кристаллда симметрия центрі бар екенін қалай анықтауға болады?
3. Кристаллда қандай симметрия өсі болуы мүмкін?
4. Сингония дегеніміз не?
5. Сингонияның түрлері қандай? Және олардың сипаттамасы.
6. Қарапайым форма мен комбинация дегеніміз не?
7. Төмен сингониялы кристаллдарда қандай қарапайым формалар бар?
8. Орташа сингониялы кристаллдарда қандай қарапайым формалар бар?
9. Жоғарғы сингониялы кристаллдарда қандай қарапайым формалар бар?

#### **№ 4 сабақ.**

**Тақырып:** Минералдардың физикалық қасиеті және морфологиясы.

#### **Жоспар:**

1. Минерал туралы түсінік.
2. Минералдың химиялық құрамы мен құрылысы.
3. Химиялық байланыс түрлері
4. Минералдардың құрылымдық типтері
5. Минералдардың химиялық құрамы
6. Минералдар құрамындағы су
7. Минералдар, минералдық агрегаттар морфологиясы

### **1. Минерал туралы түсінік.**

Табиғаттағы физикалық – химиялық процестердің нәтижесінде түзілген, физикалық қасиеттері мен химиялық құрамы тұрақты кристалдық зат **минерал** деп аталады.

Қатты күйдегі минералдың тұрақтылығына температура, қысым, түзілу ортасының заттық құрамы әсер етеді. Түзілу ортасындағы қысым артқанда минералдың құрамы өзгереді, қыздырғанда минерал балқиды, кейбір минералдар суда, әр түрлі сұйықтықтарда ериді.

Әр минералдың жеке өзіне тән ішкі құрылысы және тұрақты химиялық құрамы болады. Химиялық құрамы бірдей бола тұра ішкі құрылысы бір-бірінен айырықша болса олар

минералдарға жатады. Мысалы, кубтық сингонияда кристалданатын пирит  $Fe[S_2]$ , ромбылық сингониядағы марказит  $Fe[S_2]$ . Екеуінің химиялық құрамы бірдей, бірақ құрылыстары өзгеше болғандықтан әр қайсысы өз алдына кристалдық зат.

Химиялық құрамы, ішкі құрылысы бірдей бола физикалық (түсі, мөлдірлігі, т.б.) қасиеттері өзгеше болғанда минералдарға басқа ат қойылады. Мысалы, жасыл берилдің мөлдір түстісі *изумруд*, шыны секілді мөлдір кварц — *сутас*, мөлдір оливин — *хризолит* деп аталады.

Әр минералдың өзіне тән физикалық қасиеттері бар. Олар: минералға тән түсі, жылтыры, қаттылық, тығыздық, магниттілік, радиоактивтілік.

Соңғы екі қасиет тек санаулы минералдарда ғана болады. Минералдың химиялық құрамын оның химиялық формуласы көрсетеді. Минералдардың физикалық қасиеттерін анықтайтын әртүрлі әдістер, жабдықтар бар. Минералдың ішкі құрылысы, химиялық құрамы, физикалық қасиеттері өзара байланыста болады.

Минералдар Жердегі, Айдағы тау жыныстарының, метеориттердің құрамына кіреді. Қазіргі кезде 3000-нан аса минерал белгілі, олардың көбірек тарағандары 450-ге жуық. Жиі кездесетін минералдарға тау жыныстарын құраушы дала шпаттары, кварц, слюдалар, сазды минералдар (каолинит т. б.), карбонаттар (кальцит, доломит т. б.) жатады. Рудалық пайдалы қазындылар құрамында жиі ұшырайтын минералдар, пирит, халькопирит, галенит, магнетит, лимонит. КПСС-тің XXVII съезі Отанымыздың экономикалық дамуында минералдық шикізаттардың ерекше орын алатындығын атап көрсетті. Экономиканың басты саласы машина жасау ісінде темір, марганец, хром, никель, титан, ванадий, мыс, қорғасын, мырыш, алюминий металдарының алатын орны ерекше.

Автоматикада, электроникада, атом техникасында, авиацияда, радиотехникада, басқа өндірісте қара, түсті, сирек металдар таза және қорытпа күйлерінде пайдаланылады, оптикалық кристалдар, электр өткізбес бұйымдардың алуан түрлері қажетке жұмсалады. Минералдық шикізаттардың көптеген түрін өңдеп іске жаратушы кәсіпорындары бар.

Ғылыми-техникалық прогресті жеделдету үшін табиғи минералдық шикізатты іздеп тауып олардың минералдық құрамын зерттеу, оларды толық пайдалану қажет.

## 2. Минералдың химиялық құрамы мен құрылысы.

Минералдың конституциясы (латынша *constitutio* — құрылыс, ұйымдастыру) — минералдың химиялық құрамы мен оның ішкі құрылысының арасындағы тығыз байланыстылықтың сипаттамасы.

Минералдардың химиялық құрамын атомдар, иондар, молекулалар анықтайды. Осы бөлшектер кристалдық заттарда белгілі реттілікпен ішкі заңдылыққа сәйкес және симметриялы орналасқан кеңістік торын құрайды.

Минералдық заттың құрамы мен кристалдық тордың ажырамас бірлігі минералдың конституциясын белгілейді. Кристалдық тордың элементар ұясының кесінділері (*a*, *b*, *c*) және оларға сәйкес келетін бұрыштар ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) жөнінде I бөлімде сөз болды.

Минералдың конституциясына химиялық байланыс түрлері, құраушы бөлшектердің мөлшері, координациясы (бөлшектердің кеңістікте орналасу ерекшеліктері), поляризация күштері әсер етеді.

Бөлшектер симметриялы, белгілі координацияда орналасқанда кристалдық тордың еркін энергиясы бөлініп шығады.

Атомның оң зарядты салмақты ядросын теріс зарядталған электрондар қоршап тұрады, белгілі тәртіппен ядродан айналып жүретін осы электрондар ядроның электрондық қабығын құрайды. Мұны кванттық физикада 1913—1915 жылдары Нильс Бор дәлелдеген.

Химиялық элемент ядросының айналасындағы (электрондық қабығындағы) электрон саны сол элементтің Менделеев кестесіндегі рет нөміріне тең. Мысалы, осы кестедегі оттегінің нөмірі 8, оның ядросын 8 электрон қоршаған, ал уранның нөмірі 92, олай болса уранның ядросы 92 электронмен қоршалған.

Атом ядросының оң заряды оны қоршаған электрон қабығының сол зарядымен тең болуға тиіс. Осы теңдік бұзылғанда атом зарядты ион деп аталады, ионның бұрыс (сол) зарядтысы анион (—),

дұрыс (оң) зарядтысы Катион (+) деп аталады. Анион мен катион өзара тарту немесе тебу күштерінің әсерлері арқылы байланысады.

Атомның пішінін шар деп қабылдағанда, оның айналадағы атомдарға әсер өрісінің, яғни екі «көршілес» атом центрлерінің қашықтығын әсер (атом) радиусы деп атайды, Минералдар көбінесе иондық қосылыстар болып келеді, сондықтан олар үшін иондық радиус ( $R$ ) өлшемі қолданылады. Иондық радиустың өлшем бірлігі ангстрем ( $\text{Å}$ ).  $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ см}$ -ге тең.

Иондық радиус шамасы оның валенттілігімен байланысты. Валенттілік (латынша *Valentia* — күш) атомның химиялық байланыс құру қабілеті, Аниондар катиондардан гөрі ірілеу болады, мысалы  $\text{Cl}^{-1} — 1.81\text{Å}$ ,  $\text{F}^{-1} — 0.83\text{Å}$ ,  $\text{O}^{2-} — 1.32\text{Å}$ , катиондар  $\text{Mg}^{2+} — 0.78\text{Å}$ ,  $\text{Fe}^{3+} — 0.67\text{Å}$ . Валенттілік артқанда радиус шамасы кішірейеді:  $\text{Fe}^{2+} 0.83\text{Å}$ ,  $\text{Fe}^{3+} — 0.67\text{Å}$ ,  $\text{Si}^{4+} — 0.39\text{Å}$ .

2 – кесте Иондық радиустар шамасы ( $\text{Å}$ )

Катиондар валенттілігі	Иондық радиус	Аниондар валенттілігі	Иондық радиус
$\text{K}^{1+}$	0.98	$\text{Cl}^{1-}$	1.81
$\text{Mg}^{2+}$	0.74	$\text{F}^{1-}$	1.33
$\text{Al}^{3+}$	0.57	$\text{O}^{2-}$	1.32
$\text{Si}^{4+}$	0.39		
$\text{P}^{5+}$	0.35		

Химиялық байланыс түрі ауысқанда иондық радиус шамасы өзгеруі мүмкін. Иондық химиялық байланыс коваленттік байланысқа ауысқанда иондар арасының қашықтығы да, иондық радиус те кішірейеді.

### 3. Химиялық байланыс түрлері

Химиялық байланыс — әсерлесуші екі элемент атомдары ядроларының арасындағы сыртқы (валенттілік) электрон қабығы қозғалысының нәтижесінде орнайды.

Минералдарда иондық, коваленттік, металдық, молекулалық (ван-дер-ваальстік), донорлық-акцепторлық байланыстар анықталған.

*Иондық* (гетероваленттік) байланыс қарама-қарсы зарядталған иондардың тарту күштерінің әсерінен туады. Иондық байланыстың кеңістікте белгілі бағыты болмайды, ол жан-жағына бірдей әсер етеді. Бұл байланыс минералдарда кең тараған.

*Коваленттік* немесе *гомополюстік (атомдық)* байланысты әсерлесетін атомдардың ядролары екі электронды (әр атом өзінен бір электрон бөледі) ортақ пайдаланады. Алмастағы көміртегі атомдары көршілес төрт атоммен тұрақты коваленттік байланыс құрайды.

*Металдық байланыс* оң зарядты иондар «қаңқасы» арасында біріккен электрондардың («электрондық газ») еркін ауысып қозғалуынан түзіледі, мысалы мыс, алтын, күміс.

*Молекулалық* (ван-дер-ваальстік) *байланыс* тарту күші әлсіз молекулалар арасында орнайды.

*Донорлық-акцепторлық байланыста* бір атомның өзара берік байланыс екі электронын басқа атом пайдаланады, сөйтіп электрондар екі атомға да ортақ болады, мысалы пириттің  $\text{Fe} [\text{S}_2]$  байланысын алуға болады.

Бір минералдың өзінде бірнеше байланыс болуы мүмкін. Мысалы талькте  $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$  аниондық топтағы  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$  иондары коваленттік байланысты, ал  $\text{Mg}^{2+}$  иондық байланыс құраған, ал  $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  қабаттары молекулалық байланыста келеді.

### 4. Минералдардың құрылымдық типтері

Атомдардың орналасуына қарай минералдарда бес құрылымдық типті ажыратуға болады.

Координациялық құрылымда атомдардың өзара қашықтығы мен химиялық байланыс түрі бірдей болады. Мысалы, сфалерит  $\text{ZnS}$  минералының коваленттік байланысы.

Оқшауланған құрылымда атомдардың бір-бірінен орналасу қашықтығы лоне байланыс түрі әркелкі болады. Атомдардың жеке топтары аниондық радикал құрады. Радикал құрушы атомдар өзара бірдей қашықтықта орналасады, ішкі байланысы берік, көбіне коваленттік түрде болады. Мұндай радикалдың мысалы ретінде кремнийоттек тетраэдрін  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  алуға болады. Мұнда кремний мен оттегі атомдары берік, коваленттік байланыс құраған.

Тізбекті құрылымда атомдардың үздіксіз топтары созылыңқы радикал тізбектерін құрады. Олардың ішкі байланысы берік коваленттік, атомдардың арасы жақын болады.

Қабаттық құрылымда атомдар қабаттар түрінде топтасады. Мұнда әрбір тетраэдрдің үш бұрышы үш тетраэдрдің бұрышына жалғасып жазық қабат, яғни гексагондық жазық тор құрайды. Мұның мысалы ретінде графиттің құрылымын алуға болады.

Каркасты (ұялы) құрылымда атомдар өзара берік коваленттік байланыс құрап, қуыстары араның ұясы іспетті қаңқалы құрылым түзеді. Кварц, дала шпаттары тобының минералдары каркасты құрылым қалыптастырады.

### Полиморфизм

Полиморфизм (грекше «поли» — кеп, «морфое» — пішін). Химиялық құрамы бірдей заттардың әртүрлі құрылым құрауын *полиморфизм* деп атайды. Химиялық құрамы бірдей, бірақ кристалдық құрылымы мен сингониясы бір-бірінен өзгеше келетін минералдардың тобын полиморфтық *модификациялар* деп атайды. Полиморфизмнің үлгісіне (полиморфтық) модификациялар ретінде кубтық сингонияда кристалданатын алмасты, гексагондық сингонияда кристалданатын графитті келтіруге болады, бұлардың екеуінің құрамы бірдей, яғни көміртектен С тұрады. Алмастың координациялық саны 4, графиттің координациялық саны 3. Көміртектің осы 2 полиморфтық модификациясының қасиеттері бір-бірінен мүлде өзгеше. Алмас — мөлдір, жарқырауық, аса қатты зат. Графит — кара, сұр түсті, күйе тәрізді қолға жұғатын өте жұмсақ минерал. Бұл ерекшеліктерді былай түсіндіруге болады: алмасдағы көміртек атомдары берік коваленттілік байланысты, ал графиттің қабаты құрылымындағы қабаттарды көміртек коваленттік берік байланыс құрайды, ал қабаттар бір-бірімен молекулалық босаң байланысымен сипатталады. Сондай пирит  $Fe[S_2]$  кубтық, марказит  $Fe[S_2]$  ромбылық, кальцит  $Ca[CO_3]$  тригондық, арагонит  $Ca[CO_3]$  ромбылық сингонияларда кристалданған. Кварцтың  $SiO_2$  жеті полиморфтық модификациясы бар. Полиморфизм температураға, қысымға, химиялық қоспаларға байланысты. Химиялық қоспалар минералдағы координациялық санның өзгеруіне  $i$  Гкппіі болады. Мысалы, кальций йонының кальциттегі  $i$  о.ір іпцдиялықсаны 6, ал арагонитте 9. Минералдың  $f.$ і]і по інморфтық модйфикациядан екінші полиморфтық мйднфнкцияға ауысқандағы сыртқы пішінінің сақта-луіііп параморфоза деп атайды. Мысалы гексагондық § — МіарЦ ЗіОг тригондық а— кварцқа  $SiO_2$  ауысқанда оның гырткі.і пішіні гексагондық призма болып қалатыны жиі ушырайды.

### Изоморфизм

Изоморфизм (грекше «изо» — бірдей, тең, «морфе» — пішін) тең формалық деген мағына береді. Атомдардың бірін-бірі алмастыру сипатына қарай изоморфизм жетілген және жетілмеген болып ажыратылады. Жетілген изоморфизмда атомдар кез келген мөлшерде араласа алады лоне туаілетін қосылыстардың қасиеті ақырындап үздіксіз өзгереді, Бұған плагиоклаздардың қатары мысал болалады:

Альбит  $Na[AlSi_3O_8]$  — анортит  $Ca[Al_2Si_2O_8]$

Жетілмеген изоморфизмде қосылыстың қасиеттері күрт өзгеріп изоморфтық қатар түзіледі, мысалы, ортоклаз  $K[AlB_3O_3]$  — анортит  $Ca[Al_2Si_2O_8]$ .

Атомдардың валенттілігі мен зарядына қарай изоморфизм изоваленттік лоне гетероваленттік болып жіктеледі. Алмасатын атомдар (иондар) мен алмастырушы валенттіліктері мен заряд сандары бірдей болса ондай изоморфизм изоваленттік деп аталады. Иондар мен атомдардың радиус мөлшерінің айырмасы 15% аспауы керек. Изоваленттік изоморфизмге қатынасатын элементтер:  $Mg^{2+} \rightarrow Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+}$ , олардың иондық радиустары  $0,74A^0 — 0,80A^0 — 0,91A^0$ . Осы элементтердің изоморфтық алмасуынан түзілетін минералдар: оливин  $(Mg, Fe)_2 [SiO_4]$ , вольфрамит  $(Mn, Fe) [WO_4]$ . Алмасу валенттілігі мен зарядтылығы ар түрлі атомдар мен иондардың арасында жүретін болса оны гетероваленттік *изоморфизм* деп атайды.

## **5. Минералдардың химиялық құрамы**

Минералдардың химиялық құрамы үнемі тұрақты болып өзгеріссіз қала бермейді. Табиғатта өтіп жататын процесстер оларға үнемі әсер етеді.

Табиғатта тек бір ғана элементтен тұратын минералдарға алтын, мыс, күкірт, алмас жатады.

1. Жай тұздар катиондар мен аниондардан тұрады.

Мысалы, галит пен галенит натрий мен қорғасынның катиондарынан, хлор мен күкірттің аниондарынан құралады. Минералдық құрамы күрделілеу келген кейбір минералдар атомдық (аниондық) топтардан-радикалдардан тұрады. Радикалдың центрінде валенттілігі кіші катион, валенттілігі төмен ірі катиондармен қоршалып өзара берік коваленттік байланыс құрайды. Силикаттар құрамындағы кремнийоттек тетраэдрі  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  иондарының өлшемдері мынадай:  $\text{Si}^{4+}$  — 0,39А,  $\text{O}^{-1}$  — 1,32А.

2. Қос тұздарға иондық радиустарының мөлшері үлкен, изоморфтық алмасуға бейімділігі жоқ екі катион кіреді.

Мысалы: доломит  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ,  $\text{Ca}$  — 1,04А<sup>0</sup>,  $\text{Mg}^{2+}$  — 74А; карналлит  $\text{KMgCl} \times 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}^+$  — 1,33А<sup>0</sup>,  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,74А.

## 6. Минералдар құрамындағы су

Минералдар құрамындағы су бірнеше түрде кездеседі.

Конституциялық су — минералдың ішінде ең берік орналасқан, кристалдық тордың құрылысынан орын алған су бөлшектері. Конституциялық суы бар минералдардың мысалдары: тальк  $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ , топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$ .

Кристаллизациялық су — кристалдық торға жіктелмеген тұтас су молекуласы түрінде кіріккен су. Минерал формуласында  $\text{H}_2\text{O}$  қалпында жазылады. Осындай суы бар минералдарды *кристаллогидраттар* деп атайды. Кейбір кристалдардың ішкі құрылысы кеуекті, қуысты болады, су молекуласы сол қуыстан орын алады. Мұндай жағдайда су кепкеннен кейін, кристалдың құрылысы бұзылмай сол күйінде қалады. Осындай жағдайдағы кристаллизациялық суды *цеолиттік* су деп атайды. Кристаллизациялық суы бар минералдардың мысалдары: гипс  $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , сода  $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , гидроборацит  $\text{CaMg}[\text{B}_6\text{O}_{11}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  т. б.

Адсорбциялық су - минералға механикалық жолмен араласқан (сіңген) су молекулалары. Бұл судың минералдағы мөлшері тұрақты болмайды, минералды 110°С-ка дейін қыздырғанда бөлініп кетеді. Бұл су құрылымы қабатты келген минералдардың қабаттарының бетінен орын алады. Соның арқасында кристалл қабаттары ісініп қалыңдайды, минералдардың көлемі өседі. Бұған мысал ретінде монтмориллонит  $(\text{Al}, \text{Mg})_2[\text{Si}_4\text{O}_4](\text{OH}_2) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Адсорбциялық су сіңгенде оның жеке қабаттарының қалыңдығы 9,6 А<sup>0</sup>-нен 28,4 А<sup>0</sup>-ге дейін өседі.

## 7. Минералдар, минералдық агрегаттар морфологиясы

Минералдар түрлерінің **сыртқы пішіні (габитусы)**. Кристалдық минералдың сыртқы пішіні, ішкі құрылысы, химиялық құрамы бір-бірімен өзара тығыз байланысты болатындығы жөнінде жоғарыда сөз болды. Минералдардың геометриялық жағынан дұрыс пішінді кристалдары еркін ортада, өзге материалдардың кристалдары бөгет етпеген жағдайда түзіледі. Бірақ, мұндай жағдай табиғатта жиі кездесе бермейді. Минералдардың кристалдары түзіліп өсуі кезінде оларға қысым, температура, минералды ерітінділердің концентрациясы әсер етеді. Сол минерал кристалының сыртқы пішіні мүлтіксіз түзу болып шықпайды. Сыртқы пішіні кәдімгі жай формаларға сәйкес кристалдар кездеседі. Олардың мысалы ретінде ромбоэдрлік кальцитті, куб іспеттес ас, тұзын, октаэдрлік магнетитті, гранаттардың ромбододекаэдрін келтіруге болады. Кристалдың пішінін кеңістік торының элементар ұясының шамалары анықтайды.

Минералдар кристалдарының сыртқы пішіні (габутусы) оларды бір-бірінен ажыратудағы маңызды сипаттамалардың бірі.

I Габитусты былайша ажыратуға болады.

Тең өлшемді (изометриялық, дөңгелек тәрізді) кубтық сингония кристалдары дөңгелек келеді, мысалы магнетит, пирит.

Сопақ пішінді ( $a = b = c$ ) габитусты кристалы бар бір бағытта ұзарып өседі, бағанша, ине секілді келеді. Турмалиннің, берилдің кристалдарын мысалға келтіруге болады.

Жалпақ пішінді габитуста кристалл екі бағытта өседі, пішіні жапырақ, қалақша, қабыршақ тәрізді болады. Графиттің, молибдениттің, слюда кристалдарын мысалға келтіруге болады.

Сульфидтердің тотығу зонасында куб пішіндес пириттің орнын темірдің баска минералы лимонит алады, бұл минерал пириттің пішініне ие болады.

Минералдардың диагностикалық сипаттамасы (ажырату белгілері) ретінде олардың жақтарындағы сызықтарды мысалға келтіруге болады. Кварцта бұл сызық тар призма жақтарына көлденең орналасқан. Бұл сызықтар пирит кубының әр үш жағында әр түрлі бағытқа, турмалинде кристалдың ұзындығына сәйкес бір ғана тік бағытта тартылған. Беттескен (полясинтетикалық) қоспақтар плагиоклаздар тобының минералдарына тән келеді.

**Минералдық агрегаттар.** Жеке, жалғыз кристалдар табиғатта сирек кездеседі. Минералдар қосылып әр түрлі агрегаттар түзеді. Рудалар мен тау жыныстары минералдық агрегаттардан құралады. Минералдардың түйірлі тығыз агрегаттары ірі түйірлі (10-5 мм), орташа түйірлі (5-1 мм), ұсақ түйірлі (1-0,1 мм) болып ажыратылады. Түйірлі агрегаттар мол тараған. Олардың арасында ине, бағанша, қабыршақ тәрізді агрегаттар да кездеседі. Ұн, топырақ тәрізді минералдық агрегаттар шөгінді жыныстар құрамында басымырақ тараған.

Бір бетте, бір бағытта қатарласа өскен кристалдар тобын друза деп атайды. Кварц кристалдары жиі друза құрайды, Қолайлы жағдайларда пирит, арагонит друзалар түзеді.

Оолиттер (жұмыртқатастар) тарының дәні, балықтың уылдырығы тәрізді не одан да ұсағырақ келген ұсақ конкрецияларды оолиттер деп атайды.

Бокситтер мен қоңыр теміртас рудаларының құрылымы оолитті келеді. Конкрециялар, оолиттер, сферолиттер, кальцит, арагонит, доломит, сидерит, кварц және темір тотықтарынан түзіледі.

Сауыстанған (сауысты) минералдық агрегаттардың көрнекті түрлеріне сталактит пен сталагмит жатады. Бұлар карбонатты жыныстарда жиі кездесетін үңгірлерге, жарықтарда, қуыстарға ерекше тән. Жоғарыдан төмен қарай аққан минералды сулардан тұнған минералдық түзілімдер сүңгілерін сталактит, ал сулардың төменге тамған тамшыларынан өсіп жоғары қарай өскен төмпешіктерін сталагмит деп атайды,

Дендриттер. Өсімдік тәрізденіп өсетін кристалдарды дендриттер деп атайды (дендрон — грекше ағаш деген сөз). Дендриттер күміс, марганец, темір минералдарында кездеседі.

Топырақ тәрізді минерал заттар. Минерал заттардың табиғатта кездесетін өте ұсақ түрлерін топырақ тәрізді минералдық заттар деп атайды. Бұлар түрлі рудалардың, тау жыныстарының уатылып, үгітіліп химиялық өзгерістерге ұшырауынан пайда болады. Сазды тау жыныстарына, темірдің, марганецтің сулы тотықтарына тән келеді.

Минералдық агрегаттар бір минералдан (мысалы мәрмәр тек кальциттен), бірнеше минералдық агрегаттардан (тау жыныстары, рудалар т.б.) құралады.

**Минералдардың физикалық қасиеттері.** Олардың химиялық құрамы және кристалдық құрылымымен байланысты.

Минералдардың физикалық қасиеттеріне мыналар жатады: минералдардың кристалдық құрылымы, табиғатта кездесетін пішіндері, түсі, жылтырлығы, жымдастығы, қаттылығы, серпімділігі, тығыздығы (меншікті салмағы), магниттігі, радиоактивтігі, электрлік және оптикалық қасиеттері т.б. Бұл қасиеттерді зерттеп білудің екі түрлі мәні бар. Біріншіден, осы қасиеттеріне қарай бір минералды екінші минералдан айыра білуге болады. Мұны диагностикалық белгі деп атайды (диагноз — грекше тану, айыра білу). Екіншіден, осы қасиеттерді білу оларды өндірісте, тұрмыста қолдану үшін керек.

Минералдың тығыздығы (меншікті салмағы). Минералдың салмағын  $m$  оның көлеміне  $v$  болу арқылы меншікті салмақтың (тығыздықтың)  $S$  шамасын алуға болады, яғни  $S = \frac{m}{v}$ . Тығыздық бірлігі  $\Gamma/\text{см}^3$ . Минералдардың тығыздығы 2 050 - 2 080  $\text{кг}/\text{м}^3$ -тен (күкірт)  $23 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ -ке (платина, иридий) дейінгі шамада болады. Көп тараған минералдардың тығыздығы  $3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ -тен төмен, металдық минералдардікі  $5 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ -тен жоғары. Тығыздық шамасына қарай минералдар жеңіл (тығыздығы  $3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ -тен төмен), орташа (тығыздығы  $3-4 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ ), ауыр (тығыздығы  $4 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ -тен жоғары) болып ажыратылады.

Тығыздық минерал құрамындағы элементтерге, кристалдық тордағы элементар бөліктердің қалану тығыздығына байланысты.

Минералдардың механикалық қасиеттері. Минералдарға белгілі бір механикалық әсер еткенде (ұру, тырнау, қысу, созу) олардың сыртқы пішіні мен тұтастығының өзгеруі механикалық қасиеттерге жатады.

Жымдастық — минерал кристалының белгілі бір кристаллографиялық жазықтар бойынша жарылуы. Кейбір минералдарға шпат сөзін тіркеп жазады. Мысалы, дала шпату, балқыған шпат,

ауыр шпат, Исландия шпаты. Шпат сөзі грекше тақта деген сөз. Осы аталған минералдардың сыну беті яғни жымдастығы тегіс. Сондай ортоклаз, плагиоклаз аталатын минералдар бар, грекше орто - тік, плагиос - қиғаш, клаз - сыну, жарылу деген сөз. Бұл минералдарға ат олардың жымдастық сипатына қарай берілген. Минералдар кристалының жымдастық дәрежесі бес түрлі болады.

1. Аса жетілген жымдастық. 2. Жетілген жымдастық. 3. Орташа жымдастық. 4. Жетілмеген жымдастық. 5. Аса жетілмеген жымдастық.

Сернімділік — минералдың қайтымды деформациясы.

Морттылық — минералдың бетін пышақтың ұшымен сызғанда оның үгітілуі. «Күкірт рудалары» аталатын мыс минералының бетін пышақпен сызғанда оның бетіне күңгірт сызық түседі, ал сызықтың айнала шетінде үгілген қара ұнтақ пайда болады. Бұл белгі оны халькозин минералынан ажыратудың белгісі.

Созылғыштық (шыңдалғыштық, тапталғыштық). Көптеген металдарда байқалатын қасиет. Алтын, күміс, мыс, темір өте майысқақ әрі созылғыш келеді.

Қаттылық. Минералдың сыртқы механикалық күштің әсеріне қарысу дәрежесі қаттылық деп аталады. Минералогияда бір минералды екінші минералмен тырнап сызғанда соған қарысу дәрежесі қаттылық ретінде қабылданған. Қаттылық атомдардың (иондардың) орналасу құрылысына байланысты. Катиондардың валенттілігі өсіп, координация саны артқан сайын қаттылық кемиді.

Минералдардың қаттылық дәрежесін анықтайтын шкала ретінде он минерал қабылданған. Бұл шкаланы алғаш ұсынған неміс ғалымы Моостың атына байланысты Моос шкаласы немесе қаттылықтың минералогиялық шкаласы деп атайды. Бұл шкаладағы ең жұмсақ бірінші нөмірлі минерал, ал ең қатты оныншы нөмірлі минерал. Мұнда әрбір үлкен нөмірлі минерал өзінің алдындағы кіші нөмірлі минералдардың беттерін сызып оларға дақ түсіреді. Сондай минерал нөмірлерінің өсу ретінде сәйкес әрбір кішілеу нөмірлі минералдарды бұлардың соңындағы үлкен нөмірлі минералдардың кез келгені сызып із түсіреді.

Эталондық **Моос шкаласының** минералдары мыналар: 1. Тальк  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ , 2. Гипс  $Ca [SO_4] \cdot 2H_2O$ , 3. Кальцит  $Ca[CO_3]$ , 4. Флюорит  $Ca F_2$ , 5. Апатит  $Ca_5 [PO_4]_3 (F, Cl)$ , 6. Ортоклаз  $K[AlSi_3O_8]$ , 7. Кварц  $SiO_2$ , 8. Топаз  $Al_2[SiO_4] (F, OH)_2$ , 9. Корунд  $Al_2O_3$ , 10. Алмас C.

Мұндағы шкаланың реттік саны минералдық қаттылық саны болып табылады. Моос шкаласы боямаған жағдайда кейбір заттарды қолдануға болады. Мысалы, шынының қаттылығы 5, болат пышақтың жүзінің қаттылығы 5,5—6. Минерал анизотропты зат болғандықтан оның қаттылығы әр бағытта түрліше болады. Мысалы, дистеннің ұзынша кристалының бойлық бағыттағы қаттылығы 4,5, ал көлденең қысқа бағытта қаттылығы 6,5. Графиттің ұзынша пластинка бағытындағы қаттылығы 1, ал көлденең бағытта 5-ке дейін жетеді. Қаттылық минералдың басты диагностикалық қасиеті болып саналады және атомдардың химиялық байланысының тұрақтылығын көрсетеді. Қаттылыққа химиялық байланыстың түрі әсер етеді. Коваленттік байланыстағы минералдар өте қатты (алмас), қабаттары өзара босаң ван-дер-ваальстік байланыстағы минералдар өте жұмсақ (графит), иондық байланыстағы минералдар қаттылығы орташа не төмен (ас тұзы), сулы минералдар аса жұмсақ (тальк, гипс) келеді.

*Минералдардың оптикалық қасиеттері.*

Минералдардың түсі бірден-ақ көзге шалынады. Мысалы, альбит (альбус — грекше ақ), хлорит (хлорос — грекше жасыл), родонит (родон — грекше алқызыл), рубин (рубер — латынша қызыл). Сондай-ақ кейбір бояулардың аттары минералдардың аттарымен аталады. Мысалы өте әдемі қан қызыл түсті кинофарт деген сынап минералының ашық-жасыл түсті малахит минералының атымен атайды.

Минералдардың түсі оны құраушы атомдар мен иондардың сәулені түгелдей немесе оның тек ұзындығы белгілі толқындарын жұтудан пайда болады. Минералдардың сәулені жұтуына, яғни олардың белгілі түсіне құраушы атомдардың (иондардың) координациялық саны, полярлану күштері, құрылымдық түрі әсер етеді.

Минералдардың түсі үшке белінеді. оның біріншісі - минералдың құрамына кіретін заттардың түсіне, екіншісі - минерал ішіндегі қоспа заттардың түсіне, үшіншісі - түрлі кездейсоқ жағдайларға байланысты. Бұл терминдерді былай түсіндіруге болады. Хромо немесе хромотос — грекше түс, бояу, идиос - грекше өзіндік, аллос - грекше басқа, бөгде, псевдо немесе псевдос —



ерекше, жалған, өтірік. Осыларға байланысты түс беруші, бояушы заттарды *хромофорлар* деп атайды. Идиохромат бояу өзіндік түс, аллохромат бояу жалған түс деген мағына береді.

Хромофорлар (бояушы, түс беруші заттар) ретінде минералдар құрамында көбінесе мына металдар кездеседі: титан, ванадий, хром, марганец, темір, кобальт, никель, мыс.

Энергохромат бояу — минералдың, кристалдық торының бұзылуынан пайда болады. Мысалы, кейде галит (ас тұзы) көк түсті, кварц қара тусті болып кездеседі. Қара түсті кварц марион деп аталады.

Минерал сызығының түсі. Кейбір минералдардың кесегінің де, майда ұнтағының да түсі бірдей болады, ал бірсыпыра минералдарда әр түрлі болады. Минерал сызығының түсі дегеніміз майда тозаң түріндегі түсі. Бұл сызық бір қаттырақ нәрсенің бетін минералмен сызғанда сол нәрсе бетіне жұғады, яғни қатты нәрсенің бетінде осылайша қалған сызық минерал сызығының түсі болады. Минерал сызығының түсін анықтау үшін фарфор қалақшасының күңгірт бетін минералмен сызып көреді. Турмалин, корунд, гранат сияқты минералдар фарфор бетіне ақ сызық тусіреді. Темір тотығы минералдарының түсі көбіне қоңыр, қара болса, сызық түстері әрқашанда қызыл күрең болады. Осы сызық түстері бойынша темір тотық минералдарың басқа минералдардан оңай ажыратуға болады.

Кейбір минералдар сызығының түсін фарформен екінші рет сүйкегенде өзгертеді. Мысалы, молибдениттің сұр 1 сызығы жасыл түске айналады, бұл оның графиттен айырмашылығы, антимониттің қара сұр сызығы сарғыш қоңыр түске ауысады, ал оған ұқсас висмутиннің сызығы өте баяу қоңырланады. Сызық түсі минералдың құрамын анықтауға да мүмкіндік береді. Мысалы, вольфрамитте (Mn, Fe)  $[W_0_4]$  темір басым болса сызығы қоңыр қара, марганец басым болғанда сызықтың түсі қоңыр күрең болады.

Жылтырлық минералдардың ажырату белгісі және пайдалы қасиетінің бірі. Алмас және бірсыпыра асыл тастардың әр қыры сәуле шашып, жарқырап тұрады. Минералдардың жылтырлығы мына негізгі түрлерге ажратылады: шыныша, алмасша, шала металша, металша жылтырау. Жылтырлықтың қосымша түрлері де бар. Кейбір қоңырқай минералдардың беті жай немесе сабын секілді жылтырайды, мұны шайыр (смола) жылтырлық деп атайды. Құбылып тұратын жылтырлықты құлпырма немесе жібекше жылтырлық деп атайды. Жылтырлығы солғын минералдарды күңгірт жылтырлық деп те атайды.

Минералдың жылтырлығы оның бетіне түскен жарық сүлесінің шағылуына, сынуына, жұтылуына байланысты. Шағылу әрекеті неғұрлым күшті болса, оның жылтырлығы да күшті болады. Минералдардың жарық сәулесін жұтуы, сынуы және шағылдыруы олардың ішкі кристалдық құрылымына байланысты.

Мөлдірлік. Минералдардың мөлдірлік қасиеті олардың жылтырлық қасиетімен тығыз байланысты. Мөлдірлік дегеніміз минералдардың жарық сәулесін өткізгіштік қасиеті. Мөлдірлігіне қарай минералдар үш топқа бөлінеді: 1) мөлдір минералдар, кварц, Исландия шпаты т.б., 2) шала мөлдір минералдар, киноварь, сфалерит т.б., 3) мөлдір емес минералдар, мысалы пирит, магнетит т.б.

Радиоактивтілік. Кейбір атомдардың өзінен еркін сәуле шығаруын радиоактивтілік деп атайды (радио — латынша сәуле шығарамын). Табиғи радиоактивті элементтерге уран, торий, радий, т.б. элементтер жатады. Бұлардың атомдары өздігінен ыдырап ядроларынан әртүрлі сәуле шығарады. Бұл сәулелер гелийдің атомдық ядросының ағыны болса альфа-сәулелер, электрон ағыны болса бета-сәулелер, электромагниттік ағын болса гамма-сәулелер деп атайды. Осындай сәулелерді шығару арқылы табиғи радиоактивті элементтердің атомдық ядролары ыдырап олар бірте-бірте басқа элементтердің ядросына айналады. Осындай ыдыраудың арқасында табиғи радиоактивті уран, торий, радий атомдары ең ақырында тұрақты корғасын атомына және галлийге айналады. Радиоактивтік ыдырауға бір атомнан екінші атом пайда болып энергия бөлінеді және бір атомның екінші атомға айналуы белгілі бір уақыт ішінде өтеді.

Құрамында уран, торий бар минералдар радиоактивтілігі күшті минералдарға жатады. Табиғи радиоактивті элементтерден басқа калийдің, кальцийдің, стронцийдің (ядролары өздігінен ыдырамайтын элементтердің) радиоактивті изотоптары бар минералдар да кездеседі. Мысалы, құрамында  $K^{40}$  изотопы бар сильвин, микроклин, слюда минералдарында радиоактивтілік байқалады.

Құрамына радиоактивті элементтер кірген минералдардың кристалдық торы бұзылады, физикалық қасиеттері (қаттылығы, тығыздығы, жылтырлығы т. б.) өзгереді. Бұл құбылысты метамиктік ыдырау деп атайды. Метамиктік ыдыраудан циркон  $Zr[SiO_4]$  малаконға ауысады, қаттылығы 7-8-ден 3,5-ке дейін темендейді

Радиоактивті минералдар тау жыныстарының абсолют геологиялық жасын анықтауға да қолданылады. Бұл әдіс радиоактивті заттың ыдырау жылдамдығына негізделген.

Минералдардың электрлік қасиеттері. Минералдардың электрлік қасиеті түрлі дәрежеде электр тоғын өткізу қабілетімен сипатталады. Электрлік қасиеттер минералды құраушы атомдардың электрондық құрылысымен, электрлік құрылысымен байлақасты болады.

Электрлік қасиеттерге электр өткізгіштік, поляризация, диэлектрлік өткізгіштік, пироэлектрлік, меншікті электр кедергісі кіреді. Меншікті электр кедергісіне қарай минералдар электр өткізгіштер, шала электр өткізгіштер, диэлектриктер болып ажыратылады.

Электрөткізгіш минералдарға саф металдар жатады. Шала электр өткізгіштерге сульфидтер, тотықтар жатады. Диэлектриктік қасиеттерге пироэлектрлік пен пьезоэлектрлік жатады.

Пироэлектрлік (грекше пирос - от) — минералды қыздырғанда оның қарамақарсы шеттерінің біреуі он зарядпен, екіншісі сол зарядпен зарядталуы. Табиғи пироэлектрлік минерал ретінде турмалинді атауға болады. Синтетикалық пироэлектриктер де бар. Пироэлектриктер күн батареяларындағы жылу энергиясын электр энергиясына айналдыру, телевизорларда инфрақызыл сәулелерді қалыпты сәулелерге өзгерту үшін қолданылады.

Пьезоэлектрлік — минералды қысқанда немесе созғанда оның қарама-қарсы шеттерінде әр түрлі зарядтің пайда болуы. Пьезоэлектриктер (кварц, сурас) ультра-дыбыстардың генераторлары, ультрадыбыс пен электромагнит толқындарының тұрақтандырушылары ретінде, радиолокацияға қолданылады. Пьезоэлектрлік қасиеттері күшті минералдар: кварц, сурас, турмалин. Пьезоэлектриктер ретінде қолдан өсірілген кварц көп қолданылады.

Минералдардың магниттік қасиеттері. Минералдардың магнит тілін ауытқытуы немесе темірді өзіне тартуы бойынша байқалады. Минералдардың магниттік қасиеттері оларды құраушы-атомдардың магниттік қасиеттеріне және магниттік құрылымға (атомдардың орналасуына, урекеттесуіне) байланысты. Магниттік төзімділігіне қарай минералдар диамагнитті, парамагнитті, ферромагнитті, ферримагнитті, антиферромагнитті болып бөлінеді.

Минералдардың термиялық қасиеттері. Минералдарды қыздырғанда олардың құрамындағы Су бөлініп шығады. Бұл құбылыс дегидратация (сусыздану) деп аталады. Термиялық диссоциация кезінде құрамы күрделі минералдар жеке бөлшектерге ыдырайды.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Изоморфизм дегеніміз не?
2. Изоморфизмнің себебі неде?
3. Полиморфизм дегеніміз не?
4. Минералдар қандай тығыздыққа ие?
5. Жарылу бағыты дегеніміз не?
6. Моос қаттылық шкаласының минералдарын атаңыз.
7. Минералдарды бояудың себептері қандай?
8. Жарқырауына қарай минералдар қалай айқындалады? Мысал келтіріңіздер.
9. Пироэлектр және пьезоэлектр дегеніміз не?
10. Қандай кристаллдарда пьезоэлектр пайда болуы мүмкін? Пьезоэлектрдің практикалық маңызы.
11. Минералдардың магниттік қасиеті қалай анықталады?
12. Қандай минералдарда радиоактивтілікке ие?
13. Минералдар қандай кейіпке ие бола алады?
14. Минералдардың қандай агрегаттары бар?
15. друза дегеніміз не? Мысал келтіріңдер.
16. Конкреция мен секреция дегеніміз не? Мысал келтіріңдер.
17. Дендрит дегеніміз не?
18. Оолит ретінде қандай минералдар қолданылады?

## № 5 сабақ.

**Тақырып:** Минералдардың пайда болуының геологиялық процесстері және олардың жіктелуі.

**Жоспар:**

1. Паргенезис туралы түсінік
2. Минералдардың пайда болуы

### 1. Паргенезис туралы түсінік

**Парагенез (парагенезис).** Табиғатта жалғыз күйде минералдар кездеспейді. Тау жыныстарын және рудаларды түзуші минералдар бірге топтаса кездеседі. Бір мезгілде немесе тетелес түзілудің нәтижесінде минералдардың топталып бірге кездесуін парагенез (парагенезис) деп атайды.

Хромит, оливин, платина ультранегізді магмалық жыныстарда бірге кездеседі. Пегматит желілерінде бірге кездесетін минералдар: кварц, микроклин, мусковит, топаз, берилл, турмалин. Бұл минералдар оливин хромит минералдарымен бірге кездеспейді. Гидротермальдық полиметалл кендерінде кварц, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит бірге кездеседі. Тұзды көлдерде галит, сильвин, гипс, ангидрит бірге тұнады, бірақ олар кварц, пирит, топаз минералдарымен еш уақытта бірге кездеспейді. Сульфидтердің тотығу зонасында малахит, азурит, лимонит, үшеуі бірге «темір жоса» түзеді. Минералдардың осындай туыстастығы олардың пайда болу жағдайымен байланысты. Бірақ кейде пайда болу жағдайлары бір-бірінен өзгеше минералдар да бірге кездеседі. Мысалы пирит пен лимонит, халькопирит пен малахит, галенит пен церуссит бірге кездеседі. Бірақ әр қайсысы әр уақытта, біреуінен біреуі кеш жаралған, яғни лимонит, малахит, церуссит пириттен, халькопириттен, галениттен соң түзілген. Осылайша бірге кездесетін минералдар тобын минералдық ассоциация деп аталатын түсінік бар. Оның мағынасы бірге кездесуі еш уақыт мүмкін емес минералдар. Мысалы, қышқыл жыныстарда жиі кездесетін кварц сілтілі жыныстарда елеулі орын алатын нефелинмен бірге ешуақытта бірге кездеспейді. Кен орындарыш іздеуде парагенезистің заңдылығын білу қажет. Якутияда алмастын түн және қорымды кендерін табуда геологтарға мүмкіндік берген гранаттар тобына кіретін пироп деген минерал. Пироп алмаспен бірге парагенезис түзетін минералға жатады.

### 2. Минералдардың пайда болуы.

Минералдар табиғаттағы физикалық-химиялық процесстердің нәтижесінде түзіледі. Минералдардың пайда болу жолдары түрліше болалы. Оларға минерал бөлшектердің (элементтердің.) шамасы (концентрациясы) температура, қысым, айналадағы әр түрлі тау жыныстарымен әрекеттесу жатады.

Қатты зат болып саналатын минералдар сұйық, газ және қатты фазалар түрінде пайдаланады. Мысалы, өте ыстық зат болып саналатын магманың суынуынан түзілген минералдық агрегаттар магмалық түйірлі тау жыныстарын құрайды. Ыстық, гидротермальдық ерітінділерден полиметалл кендері пайда болады. Тұзды көлдердің сулары буланғандағы аса қаныққан ерітінділерден ас тұзы (галит), сильвин, карналлит, гипс тұнады.

Вулкан газдарынан (Камчатка, Куриль аралдары), газдарға ілескен су буынан күкірт, гипс кристалданады.

Метаморфизм процесінде орын алатын қысым, температура және ыстық ерітінділер әсерінен бір рет кристалданған минералдық қатты заттар өздерінің химиялық құрамын өзгертпестен қайта кристалданады. Мысалы, осындай жағдайда әктас (ізбестас) мәрмәрге, құрамында кварцы мол жыныстар кварцитке, сазды тақтатастар филлитке айналады. Метасоматоз (метасоматизм) процесінде алғашқы жаралған минералдар газ, су араласқан ерітінділер әсерінен химиялық құрамын өзгертіп жаңа минералдарға ауысады. Мұның мысалы ретінде карбонатты жыныстар (көбінесе ізбестастар) мен интрузиялар жопсарында түзілетін скарндарды атауға болады. Скарндарды құраушы гранаттар тобының минералы андрадит  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$  кальциттің  $\text{Ca}[\text{CO}_3]$  орнын алады.

**Минерал түзуші геологиялық процесстер өздерінің энергия көзіне қарай екі типке бөлінеді.**

Эндогендік процестер жердің ішкі, терең қойнауындағы энергиядан, радиоактивтік ыдыраудың әсерінен жүреді.

Экзогендік процестердің өтуі күн энергиясымен байланысты.

Мұның мысалы ретінде ауаның, ағынды сулардың қозғалысын жануарлар мен өсімдіктердің тіршілік әрекетін атауға болады. Эндогендік процесстер жердің төменгі терең қабаттарында өтіп жататын магмалық әрекетпен байланысты. Магма сұйық, ыссы, балқыған күйдегі силикаттық зат деп саналады. Оның құрамындағы әртүрлі элементтер, тотықтар, ұшпалы заттар (фтор, хлор, су, көмір қышқылы т. б.) болады. Магма тереңде, ұзақ уақыт бойы балку қатайғанда (суығанда) толық түйірлі магмалық жынысқа айналды. Осы магма жердің бетіне көтеріліп аққанда оның температурасы мен қысымы тез төмендейді, ұшпалы заттар (су буы, түрлі газдар) бөлініп кетеді. Сұйық күйдегі магманың осы массасын лава деп атайды.

Лавалық жыныстар кристалсыз немесе жасырын кристалды, шыны тәрізді келеді.

*Эндогендік процестер* жоғары температура мен қысым жағдайықда өтеді. Магманың құрамына қарай температура 1200°-700°С-қа дейін, қысым 5500-500 барға дейінгі шамада ауытқиды.

*Экзогендік процестер* жердің бетінде, немесе оған жуық қабаттарда өтеді. Төменгі температура, атмосфера қысымы жағдайларында эндогендік минералдар үгіліп, ыдырап химиялық құрамын өзгертеді. Соның нәтижесінде жаңа жағдайларда тұрақты болатын минералдар түзіледі. Организмдердің тіршілік әрекетіне байланысты жиылған органигендік шөгінді жыныстар да экзогендік жыныстар болып табылады. Экзогендік процестер негізгі екі түрге бөлінеді: біріншісі — тау жыныстарының ыдырап үгілуі, бұзылуы, екіншісі — бұзылған, үгілген жыныс бөлшектергінің көшіп екінші орынға жиылуы.

Эндогендік, экзогендік процестер әсерінен пайда болған минералдар физикалық-химиялық жағдайларға (температура, қысым) ұшырағанда қайтадан қатты түрде кристалданады. Бұл процесс метаморфизм (грекше метаморфоз — айналу) деп аталады. Мысалы, ұсақ организмдердің қалдықтарынан құралған ізбестас мәрмәрге ауысады.

Эндогендік процестер нақ магмалық саты, пегматит сатысы, пневматолиттік-гидротермальдық саты болып бөлінеді.

*Нақ магмалық саты.* Балқыған магманың қатты минералдық агрегаттардан тұратын тау жыныстарын қалыптастыру жағдайына қарай энтроуэивтік және эффузивтік болып ажыратылады. Қатаю тереңдігіне байланысты магмалық жыныстар абиссалдық, гипабиссалдық және жербетілік (2-3 км-дей тереңде) болып бөлінеді.

Магма суынып қатайғанда әуелі балку температурасы жоғары минералдардың кристалдары бөлінеді. Бұған темір мен магнийдің силикаттары (оливин, пироксендер) жатады. Бұлардың кристалдары еркін өсіп дұрыс пішінге ие болады. Соңырақ кристалданатын минералдардың саны көбейіп еркін өсудің жағдайлары қиықдағанда минирал кристалдарының пішіні бұзылады.

*Пегматит сатысы.* Қатты минералдар магмадан бөлінгенде магма құрамындағы ұшпалы заттар көбейе бастайды. Осылайша қалдық магма пайда болады. Қалдық магма құрамында су, CO<sub>2</sub>, HF, HCl, H<sub>2</sub>S, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> болады. Ұшпалы заттар әсерінен магманың кристалдану Температур асы төмендейді және жылжымалы келеді. Шылайша жер бетіне қарай көтеріліп, жарықтарды, қуыстарды толтыру арқылы пегматиттерді түзеді. Пегматит — ерекше берік байланыс деген сөз. Пегматит кварцтан микроклиннен құралады. Пегматиттер интрузивтік денелердің бет жағына таяу орналасады, құрамы өніммен туыстас интрузияға сәйкес келеді, кристалдану температурасы 350-400°С шамасында болады, пішіні желі, ұя пішіндес келеді. Граниттік пегматиттер кебірек тараған. Пегматит желілеріндегі кварц, микроклин, слюдалар, берилл, турмалин, топаз, касситерит, литий минералдары кездеседі. Осылардың шоғырлану мөлшеріне қарай пегматиттер пайдалы қазындылар болып табылады. Пегматитті жыныстар Карелияда, - Шығыс Сібірде, Байкал сыртында, Қазақстанда, Оралда анықталған. Оралдың пегматиттерінен топаз, турмалин, берилл табылды. Пегматиттерді жете зерттеген совет ғалымдары: А. Е. Ферсман, Д. С. Коржинский, А. Н. Заварицкий.

Магма кристалдануының акырғы сатысында қалдық магмадағы ұшпар заттар мөлшері жоғарылай түседі, миниралдар газды фазадан түзіле бастайды, олар бір бірімен және өздерінен бұрын жаралған минералдармен әрекеттесе бастайды. Кристалданудың бұл сатысын пневматолит — тік саты (пневматос — грекше бу, дем) деп атайды. Газды фаза суығанда ыстық ерітінділерге

ауысады да гидротермальдық саты басталады. Осы ыстық (гидротермальдық) ерітінділер магма ошағышан әртүрлі металдардың қосылыстарын алып шығады. Осы ерітінділер қысымның аз жағына, яғни жер бетіне қозғала отырып әртүрлі жарықтарды, қуыстарды минералданған гидротермальдық желілермен толтырады. Ерітінділер өз температурасын 450°C-тан 50°C-қа дейін төмендетеді. Гидротермальдық желілерде жиі кездесетін минералдар: кварц, слюдалар, барит, флюорит, кальцит. Гидротермальдық желілерден вольфрам, қалайы, полиметалл (мыс, қорғасын, мырыш), сурьма, сынап, алтын, уран, күміс кендері орын алады. Сондықтан бұл желілердің практикалық мәні зор. Гидротермальдық кендерге Байкал сыртындағы қалайы кендері, Оралдағы Березов (алтын аралас пирит) кені, Алтай мен Қаратаудың полиметалл кендері, Қытайдың сурьма кені (Си-Гуань-жань) жатады.

Экзогендік процестер. Су, жел, температура, климаттық құбылыстар, организмдердің тіршілік әрекетіне байланысты өтетін процестер жатады. Осы процестер әсерінен тау жыныстары, минералдар үгіледі және үгілген бөлшектер шөгеді (жаңа орынға жиылады).

Сульфидтік кендердің үгілуге шалынған бөлігін *тотығу зонасы* деп атайды. Жер беті жағдайында сульфидтердің тотығуынан лимонит, малахит, азурит, ярозит, церуссит, смитсонит минералдары түзіледі. Бұл зонаны көбіне «темір жоса» деп атайды. Мұнда түзілетін минералдар сары, қоңыр, жасыл, көк түсті болатындықтан темір жоса сульфид кендерін іздеудің белгісі болып та-былады, Мыстың, күмістің, сульфидтері тотыққан руда-дан төменіректе сульфидтермен қайта байыған зона түзеді. Бұл зонадағы сульфидтер бастапқы руданың сульфидтерінен металл мөлшері жөнінен біраз бай келеді. Мысалы мыстың басты минералы халькопиритте мыс мөлшері 35,57% болса, оның сульфидтермен қайта баю зонасының минералдарында, оның ішінде борнитте 63,5%, халькозинде 79,86% ковеллинде 66,48%-ке жетеді. Сульфидтермен қайта баю зонасы Қоңырат, Алмалық, кендерінде жақсы дамыған.

Метаморфтық процестер. Метаморфтық процестер жердің терең қабатынан көтерілген магманың, тектоникалық қозғалыстардың әсеріне байланысты. Метаморфизм нәтижесінде магмалық лоне шөгінді тау жыныстары сусызданады, қайта кристалданады, метасоматоз әсерінен химиялық құрамы, құрылымы (структурасы), текстурасы өзгереді.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Қандай минералдардың пайда болу процесі эндогендікке және қандай экзогендікке жатады?
2. Пегматиттер дегеніміз не? Ол қандай минералдардан тұрады?
3. Пегматиттік тамырларда қандай пайдалы қазбалар кездеседі? Пневматолиттік процессті қалай анықтаймыз?
4. Гидротермдер дегеніміз не? Гидротермалдық ерітіндінің және бөлінген минералдардың қозғалу себебін атаңыз?
5. Желдету процесін сипаттаңыз.
6. Шөгінді процесстерді қалай елестетесіз?
7. Химиялық теңіздік және көлдік шөгінділердің минералдарын атаңдар.
8. Метаморфизм дегеніміз не?
9. Метаморфтық процесстер қалай бөлінеді?
10. Минералдардың парагенезисіне анықтама бер.

### **№ 6 сабақ.**

**Тақырып:** Табиғатта таза қалпында кездесетін элементтер және күкіртті қоспалар.

#### **Жоспар:**

1. Жеке элементтер (саф элементтер)
  - Мыс-алтын тобы.
  - Платиноидтар тобы.
  - Жеке металлоидтар көміртек минералдарының полиморфтық түрлері
2. Сульфидтер (күкіртті қосылыстар)
  - Координациялық сульфидтер
  - Пирротин тобы. Бұл топқа пирротин мен пентландит кіреді.
  - Халькопирит тобы. Топқа борнит пен халькопирит минералдары кіреді.

- Тізбекті сульфидтер
- Антимонит тобы. Бұл топқа антимонит пен висмутин кіреді.
- Қабатты сульфидтер
- Сақиналы сульфидтер
- Персульфидтер
- Сульфотұздар
- Күмістің қызыл рудаларының тобы.

### 1. Жеке элементтер (саф элементтер)

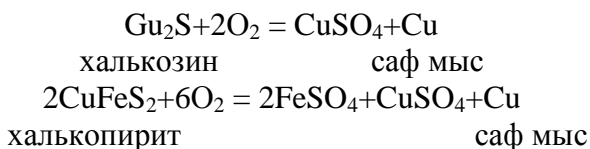
Бұл типке тек механикалық әдістермен айырылып алынатын, атом құрылысты заттар жатады. Жеке заттар түрінде кездесетін отыз шамалы элемент бар. Бұлардың қатарында металдар да, шала металдар да, металлоидтар да бар. Олардың ішінде химиялық қосылыс түзуге оңай беріле қоймайтын алтын, күміс, платина, осмий, иридий, рутений, родий, палладий, бұлармен қатар мыс темір, сынап, мышьяк, сурьма, висмут, сияқты шала металдар бар. Бұлармен бірге жеке элементтердің аралас түрі де бар. Оларға алтын мен күмістің қосындысы электрум, платина мен темірдің аралас түрі поликсен, иридий мен осмийдің аралас түрі невянский кіреді. Металлоидтардан жеке элементтер түрінде кездесетіндері көміртекті минералдар алмаз бен графит және күкірт.

#### - Мыс-алтын тобы.

Бұл топқа алтын, мыс, күміс, электрум кіреді. Бұлар кубтық сингонияда кристалданады, кристалдық құрылымы жақ орталықты куб, металл атомдары куб төбесінде куб жақтарының ортасында орналасып тығыз қаланған. Кристалдар пішіні куб, октаэдр түрінде, минералдық агрегаттары дендрит, сым іспетті. Жымдастығы жоқ металдай күшті жылтырайды, сызығының түсі жылтыр, өте созылғыш (шындалғыш, жылуды, электр тоғын жақсы өткізеді)

#### **Мыс Cu.**

Дендриттер түрінде кездеседі, бетінде малахиттің жұқа қабықшасы кездеседі. Экзогендік жолмен мысты сульфидтердің тотығу зонасының ең төменгі жағында мына реакция бойынша түзіледі:



Саф мыс тотығу зонасында, мысты құмтастардың цементі ретінде куприт, малахит минералдарымен бірге кездеседі. Саф мыс гидротермальдық желілерде де кездеседі. Мұның мысалына АҚШ-тың Жоғарғы келдер ауданындағы мыс кендерін атауға болады. Сондай-ақ мысты кангломераттарда, негізді магмалық жыныстардың кеуектерінде цемент ретінде саф күміс, цеолиттер, кальцит, кварцпен бірге кездеседі.

#### Кен орындары.

Салмағы бірнеше тонна саф мыс Қазақстандағы Дегелең тауларынан Жезқазған кенінен әдемі кристалдары Оралдағы Туринск кендерінен, АҚШ-тың Жоғарғы келдер маңындағы кендерден табылды.

Мысты адам баласы ерте қолданған. «Қола ғасырында» қалайымен бірге қола күймасын алатын металл болды. Электротехникада, кеме жасау, машина жасау, аспаптар жасау өндірістерінде қола, жез, мельхиор корытпаларын алу үшін қолданылады.

#### **Алтын Au.**

Мүлде таза алтын табиғатта кездеспейді. Оның ішінде күміс, мыс, висмут, т.б. элементтердің қоспасы болады. Осындай қоспалар мөлшері бірнеше проценттен 15—20%-ке дейін жетеді.

Осы қоспаларына қарай алтынның түсі өзгереді. Алтын түсінің ақшыл сарылығы оның құрамында күміс басым екенін, ал қызғылт сары түс мыс мөлшерінің жоғарылығын көрсетеді. Алтын ішіндегі күміс мөлшері 20%-тен жоғары болса, немесе бұл изоморфтық қоспада екеуінің мөлшері тең шамада болса оны электрум деп атайды.

Алтын жұқа қабыршақ, дендрит түрлерінде, кварц желілерінде ұсақ түйірлер түрінде кездеседі. Алтынды түсінің жылтырлығы жұмсақтығы (пышақпен кесуге болады), салмағының ауырлығы, патша сұйығы аталатын аса күшті қышқылдардың қоспасынан цианды калийден басқа қосылыстарда ерімейтіндігі бойынша ажыратады.

Эндогендік кендері қышқыл құрамды интрузиялардағы (граниттердегі гидротермалдық кварц желілерінде) -еркін немесе шашыранды (дисперсті) түрде пирит, арсенипиритте басқа сульфидтермен бірге кездеседі. Экзогендік кендері құрамында алтыны бар тау жыныстары мен минералдар үгіліп мүжіліп, уатылуымен байланысты. Салмағының ауырлығы және химиялық төзімділігіне байланысты, құм, топырақ, қиыршық тас аралас борпылдақ жыныстарда шоғырланады. Мұндай жыныстарды алтынның қорымды кендері деп атайды. «Саф алтын» аталатын алтынның ірі кесектері осындай қорымдардан табылды. Салмағы 69,7, 70,8, 76,4 кг-ға жететін алтын кесектері Австралиядан табылды. 1842 ж. Оңтүстік Оралдан табылған салмағы 36,2 кг «Үлкен үшбұрыш» аталатын алтын кесегі ТМД Алмас қорында сақтаулы. Түп кендеріне Оралдағы Березовск, Шығыс Сібірдегі Дарасун, Балей, Қазақстандағы Бестөбе, Жолымбет, Майқайың, Степняк жатады. Дүние жүзіндегі ең ірі алтын кені алтын конгломерат аталатын жыныстарда цемент ретінде орналасқан Оңтүстік Африка Республикасындағы Витватерсранд кені. Ол дүние жүзіндегі өндірілетін алтынның 50%-ін береді. Алтынның қорымды кендері Оралда, Шығыс Сібірде (Лена алтынды бассейні Үндістанда, Канадада, Аляскада, Австралияда) орналасқан.

Алтын валюталық металл. Сонымен қатар зергерлік істерде, көркемдік-әшекейлік бұйымдар дайындауда, радиоэлектроникада, аспаптар жасауда, медицинада қолданылады.

#### **Күміс Ag.**

Дендриттер, сым, жіпше іспетті агрегаттар құрайды, тотығы тез қоңыраяды. Созылғыштығы, салмағы жұмсақтығы бойынша ажыратылады. Тотығу зонасында күміс сульфиді аргентиттің  $Ag_2S$  күмістің, қызыл рудаларының ыдырауынан түзіледі. Полиметалл рудаларында қорғасын, мырыш сульфидтерімен бірге кездеседі. Соларды өңдеу кезінде күміс бөлініп алыады. ТМД-да дербес күміс кендері жоқ. Ірі кендері Мексикада, Боливияда орналасқан.

Фотографияда, кинотехникада, электротехникада, зергерлік істе, көркемдік бұйымдарын жасауда, ыдыс жасауда, күмісті қорытпалар дайындауда қолданылады.

#### **- Платиноидтар тобы.**

Бұл топқа бірнеше жеке элементтер кіреді.

#### ***Платина Pt.***

Платина құрамында бірнеше қоспалар болды. Темірі мол платинаны поликсен (Pt, Fe) деп атайды. Платиноидтарға (платина тобына) осмит Os, палладий Pd, иридий Ir, родий Rh кіреді. Бұл топқа кіретін элементтердің бәрі кубтық сингонияда кристалданады. Ішкі құрылымы жақ орталықты куб, құрылымдық типі координациялық, атомдарының. химиялық байланысы металдық болып келеді.

Кристалдары куб пішінді, түсі ақшыл сұр, сызығының түсі жылтыр, металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, каттылығы 4—4,5, тығыздығы  $15—19 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , магнитті, химиялық жағынан инертті,  $1771^0 \text{ C}$ -та балқиды, тек патша сұйығы қышқылында ғана ериді. Өзіне ұқсас күмістен каттылығы мен тығыздығының жоғарылығы, магниттігі бойынша ажыра-тылады.

Ультранегізді, негізді магмалық жыныстарда оливин, пироксен, хромит, магнетит минералдарымен бірге кездеседі. Осы жыныстар үгіліп ыдыраған кезде платина өзінің химиялық беріктігіне және тығыздығының жоғарылығына қарай құмды-қиыршық тасты борпылдақ жыныстарда шоғырланып қорымды кендерді (платиналы қорымдарды) қалыптастырады.

ТМД-да Таймырдағы Норильск, Талнах кендерінің мыстыникельді рудаларынан бөліп алынады. Осыған ұқсас кендер Канадада (Седбери), Оңтүстік Африкада (Меренский рифі) табылған. Оралдың, қорымды кендерінен де платина өндіріледі. Салмағы 9,6 кг ең ірі саф платина осында табылған. Алтынмен қатар валюталық металл болып саналады. Зергерлік істе, ыстыққа төзімді химиялық ыдыстар, медицина аспаптарын жасауда қолданылады.

## - Жеке металлоидтар көміртек минералдарының полиморфтық түрлері

### Алмаз С.

Гректің адамас сезінен шыққан. Оның мағынасы еш нәрсе ала алмас, кесе алмас дегенді білдіреді. Құрылымдық типі координациялық болып келеді. Алмаздың құрылымдық типі координациялық болып келеді. Көміртектің әр атомы бір-бірінен бірдей қашықтықта орналасқан төрт атоммен қоршалған. Кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары октаэдр пішінді, кейде октаэдр қабырғалары жұмыр болады. Түсі судай мөлдір, сарғыш, көкшіл, қарақоңыр. Жымдастығы орташа, жылтыры күшті, сәуле шашып тұрады, қаттылығы 10, табиғаттағы ең қатты зат, тығыздығы  $3,5-10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Қырланған мөлдір алмаз бриллиант (гауһар тас) деп аталады. Алмаздың салмағы каратпен (1 карат-0,2 г) өлшенеді, салмағы 100 караттан асатын алмаз өте сирек кездеседі.

Кейбір ірі алмаздардың меншікті атауы бар. 1905 жылы Кимберлей (Оңтүстік Африка) кенінен табылған дүние жүзіндегі ең ірі алмаздың салмағы 3024,75 карат болды, оны «Куллинан» («Африка жұлдызы») деп атайды. Екінші үлкен алмаз осы Оңтүстік Африкадағы Ягерсфантейн кенінен 1903 ж. табылған, салмағы 995,3 карат «Эксель-сиор» алмасы. Ірі алмаздар Якутиядан да табылды.

Техникалық алмастар ұсақ түйірлі, кеуекті, күңгірт, қара-қоңыр түсті келеді. Борт, карбонадо аталатын алмастар техникада қолданылады.

Алмаз ультранегізді жыныстарға жататын кимберлит; (Оңтүстік Африкадағы Кимберлей қаласының атына байланысты аталған) жынысында оливин, гранат-пироп, ильменитпен бірге кездеседі. Кимберлит түтігі аталатын магмалық жыныс ұшпалы заттарға байыған қалдық магманың кристалдануынан түзіледі.

Алмаз кристалдануы үшін 60—80 мың атм. қысым, 1000°C температура қажет деп шамаланады. Алмастың шашыранды (қорымды) кендері кимберлит жыныстарының үгіліп, ыдырауынан пайда болған сары және көгілдір саздарда] орналасқан. Совет Одағында алмастың түп және қорымдық кендері Якутиядан («Айхал», «Мир»), капиталисте елдерде өндірілетін алмастың 80—95%-ін Оңтүстік Африка береді. Алмаз кендері Намибияда, Заир, Оңтүстік Африка республикаларында шоғырланған. Алмаздың қорымды кендері Анголада, Сырра Леонада ашылды. Ежелгі заманнан алмас өндіретін елдердің бірі — Үндістан.

1960 жылдан бастап біздің елде жасанды (синтетикалық) алмас шығару өндірісі жолға қойылды. Біздің жасанды алмаздар жүзден аса мемлекетке сатылады. Ақаусыз, мөлдір, қырланған алмаз (бриллиант) аса қымбат, зергерлік бұйым ретінде қолданылады. Ұсақ түйірлі қоңыр, қара алмаздар бұрғылау коронкаларына орнатылады. Металдарды кесетін, тесетін, жонатын, шыны кесетін аспаптарда қолданылады. Жіңішке сымдарды мінсіз тегіс созатын фильерлер алмаздан істеледі. Алмаздың өте ұсақ түйірлері, тозаңы алмастың өзін, өте қатты тастарды тегістейтін қайрақ ретінде пайдаланылады. Дүниежүзілік алмаз шығару өндірісінің 75—80%-і техникалық алмаздардың үлесіне тиеді.

### *Графит С* (грекше графо — жазамын).

Көміртектің гексагондық полиморфтық түрі. Көміртек атомдары ковалентті-металдық түрде байланысып қабаттар құрайды. Ішкі құрылысының осылайша құрылуы қабаттардың нашар байланысын, графиттік жұмсақтығын, аса жетілген жымдастығын, оптикалық анизотроптығын туғызады. Кристалдың агрегаттарының пішіні қалақша, қара, қара сұр, жылтыры шала металға ұқсас, сызығының түсі қара, қаттылығы 1, қолға жұғады, тығыздығы  $2,09—2,23 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, электр тоғын жақсы өткізеді, отқа, қышқылға төзімді. Өзіне ұқсас молибдениттен жұмсақтығы, сызығының қара түсі бойынша ажыратылады. Аморфты түрі *шунгит* деп аталады.

Метаморфтық жыныстарда, әсіресе мәрмәрлерде, кристалдық тақтатастарда кездеседі. Көміртектің метаморфизмге шалынуынан, сондай-ақ таскөмірдің метаморфизм әдісінен өзгеру нәтижесінде пайда болады. Метаморфтық өзгеріске ұшыраған магмалық жыныстардың жапсарынан, петматиттер арасынан орын алады.

Шығыс Сібірде (Ботагол кені), Украинада, Канадада, Шри Ланкада, Мадагаскарда графит кендері бар.



Электротехникада электродтар жасау, металл қорытатын жаңа төзімді ыдыстар дайындау, қарындаш өзекшелерін, подшипниктер майлауыштарын, химиялық ыдыстарды дайындауға, атом техникасында қолданылады.

### **Күкірт S.**

Құрылымының типі сақиналы, құрамында селен Se қоспасы болады. Күкірттің ішкі құрылысы молекулалық сипатта, күкірттің 8 атомы сақиналы молекула құрайды, сақиналар бір-бірімен босаң байланысқан, элементтер ұяға 16 нейтрал молекула кіреді.

Кристалдарының пішіні дипирамида, друза түрінде ұшырайды, минералдық агрегаттары топырақ тәрізді түсі сары, қоңыр, сызығының түсі ақшыл сары, жымдастығы нашар, жылтыры шыныдай, сынған беті алмасша жылтыр келеді, жылтыры шыныдай, сынғақ, өте морт, қаттылығы 1,5—2, тығыздығы  $2,05—2,08 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, тез балқиды, диэлектриктік қасиеті бар. Ромбылық және моноклиндік сингонияларда кристалданады. 96,5°C-қа дейін тұрақты болатын ромбылық сингониядағы альфа күкірт 96,5°C-тан жоғары температура моноклиндік сингониядағы бета-күкіртке ауысады. Күкірт кенінің қабатын бұрғымен тесіп судың ыстық буын (112°C-тан жоғары) жіберу арқылы балқыған күкіртті бөліп алуға болады.

Күкірттің жаралуын үш түрге белуге болады. 1) Вулкандық күкірт вулкан атқылаған кезде шығатын газдардан тау жыныстарының жарықтары мен қуыстарында түзіледі, 2) Шөгінді жыныстардағы күкірт органикалық заттардың ауасыз жерде шіруінен және микробтардың әсерінен пайда болатын күкіртті сутек есесінен түзіледі. Осы күкіртті сутек тотыққанда күкірт бөлінеді. Күкіртті сутекпен қоректенетін кейбір бактериялар өзінің тіршілік әрекетінде күкірт бөледі. Осы күкірт ылаймен бірге тұнып күкіртті шөгінділерді қалыптастырады. 3) Сульфид минералдарының тотығуы нәтижесінде сульфидті кендердің жоғарғы белігінде жиылады.

ТМД-да күкірт кендері Орта Азияда (Түркменстандағы Гаурдан, Өзбекстандағы Шорсу), Волга бойында, Кавказда, Камчаткада, Куриль аралдарында табылды. Шетелдерде Италияда, АҚШ-та, Жапонияда. Күкірттің басты қолданылатын орны — күкірт қышқылы ендірісі. Резина, қағаз, целлюлоза, бояу, сіріңке, былғары алу өндірістерінде, дәрі-дәрмек жасауда, қопарғыш алуға қолданылады.

## **2. Сульфидтер (күкіртті қосылыстар)**

Сульфидтер — күкіртсутек H<sub>2</sub>S қышқылының тұздары. Мұндағы сутек атомын алмастыратын катиондар: темір, мыс, никель, қорғасын, мырыш, кобальт, сурьма, молибден т.б. анионы S<sup>2-</sup>; PbS, ZnS сияқты жай қосылыстармен қатар борнит Cr<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> пираргирит Ag<sub>3</sub>[SbS<sub>3</sub>] сияқты күрделі қосылыстарда болады. Бұлармен қатар В. И. Вернадский «персульфидтер» деп атаған H<sub>2</sub>S<sub>2</sub> қышқылының тұздары саналатын арсенопиритті FeAsS, пиритті Fe[S<sub>2</sub>] қосуға болады. Сульфидтерде изоморфизм құбылысы кең тараған. Мысалы, марматит (Zn, Fe) S, пентландит (Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>.

Сульфидтердің құрылымында (структурасында) күкірт аниондары S<sup>2-</sup>- кубтық, гексагондық түрде тығыз қаланады, осы қаланудың тетраэдрлік, октаэдрлік қуыстарында металл катиондары орналасады. Катиондар аниондармен коваленттік, коваленттік-металдық, донорлық-акцепторлық байланыстарда болады. Соның нәтижесінде құрылымдары координациялық (галенит, сфалерит), тізбекті (антимонит) қабатты (молибденит, ковеллин) сульфидтерде түзіледі.

Магмалық мыс-никель рудаларында пирротин, пентландит, халькопирит, гидротермальдық кендер рудаларында арсенопирит, молибденит, полиметалдық рудаларда галенит, сфалерит, халькопирит, сирек металдардың минералдары антимонит киноварь сульфидтермен қайта баю зонасында халькозин, борнит, ковеллин кездеседі. Пирит осы аталған руда (кен) типтерінің бәрінде кездеседі.

Сульфидтердің саны 250 шамасында. Олардың жиі және мол мөлшерде тараған, практикалық маңызы барларының саны 20-дан аспайды. Мыс, қорғасын, мырыш, висмут, сурьма, мышьяк, ртуть сульфидтерден өндіріледі.

### **- Координациялық сульфидтер**

**Халькозин  $Cu_2S$  (жылтыр мыс). Халькос — грекше мыс.**

а) тұрақты түрінің сингониясы ромбылық,  $91^{\circ}C$ -тан төменгі температурада пайда болады, бұл беттахалькозин,

ә)  $91^{\circ}C$ -тан жоғары температурада түзіліп гексагон және куб түрінде кездеседі, бұлар альфа халькозин. Табиғатта аралас кездеседі, түсі, сызығының түсі қорғасындай сұр, металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, қаттылығы 2—3, меншікті салмағы  $5,5—5,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, электр тоғын жақсы өткізеді, қышқылда ериді. Түсі, қаттылығы, жұмсақтығы бойынша ажыратылады. Тотыққан мыс сульфидтерінің қайта баю зонасында ковеллин, борнит, саф мыс минералдарымен бірге кездеседі. Оралдағы Турьинск, Қазақстандағы Қоңырат, Жезқазған, Өзбекстандағы Алмалық, АҚШ-тағы Бьют, Бингхем мыс кендерінде ұшырайды. Халькозин — бағалы мыс рудасы.

#### **Галенит $PbS$**

(галена — латынша қорғасын рудасы). қоспалары Ag, Sb, Bi. Кристалдың құрылымы жақ орталықты куб, куб октаэдр, минералдық агрегаттары тығыз масса, друза, сеппелер түрінде ұшырайды. Кристалдық торынан изоморфтық қоспалар түрінде күміс, висмут, сурьма орын алады. Галениттің түсі қорғасын тәрізді сұр, сызығының түсі кара сұр, металл жылтырлы (күшті), жымдастығы куб бойынша өте жақсы жетілген, сынғанда ұсақ кубтарға бөлінеді, қаттылығы 2—3, тығыздығы  $7,4—7,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, электр тоғын нашар өткізеді. Өзге сульфидтерден кристалының пішіні, түсі, күшті жылтыры, жымдастығы, тығыздығы бойынша ажыратылады. Эндогендікі болып келеді. Метасоматизм процесінде жаралған скарндарда, гидротермалдық түзілімдерде кварц, сфалерит, халькопирит, пирит, еңсіз рудалар, күміс сульфидтерімен полиметалдық рудалар құрайды. Тотығу зонасында англезитке, церуситке, вольфенитке ауысады.

Басты кендері Кенді Алтайда (Лениногорск, Зырянов, Белоусов), Қаратауда (Ащысай, Мырғалымсай, Байжансай), Орта Азияда (Алтынтапқан), Солтүстік Кавказда (Садон), Қиыр Шығыста (Тетюхе), Австралияда (Брокен-Хилл), АҚШ-та орналасқан.

Галенит қорғасынның басты рудасы. Қорғасынмені бірге күміс, висмут бөліп алынады. Тотыққан қорғасын рудадан бояулар өндіруге жұмсалады.

#### **Сфалерит $ZnS$**

(мырыш алдамшысы, грекше сфалерос — алдамшы, құрамына күкірт кіретін өзге минералдарға ұқсамайтындықтан аталған).

Кубтық сингонияда кристалданады, гексагондық сингонияда кристалданатын вюртцит аталатын түрі бар. Кристалдарының пішіні тетраэдрлерге ұқсаған, түйірлі агрегаттар құрайды. Құрамындағы қоспаларына қарай түсі өзгеріп отырады, мысалы, темірге бай марматит кара, кадмийі бар пришибрамит сары түсті, сұр, ақшыл сұр, қоңыр түстілері де кездеседі.

Сызығы түссіз, алмас жылтырлы, жымдастығы ромбоэдр бойынша алты бағытта жетілген, қаттылығы 3,5—4, тығыздығы —  $3,5—4 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, электр тоғын өткізбейді. Ажырату белгілері: агрегаттарының жұмырша пішіні, алмастық жылтыры, жымдастығы. Гидротермальдық түзілімдерде, скарндарда, вулканогендік-шөгінділік жыныстарда галенит, халькопирит, пирит, кварц минералдарымен бірге кездеседі. Тотығу зонасында сфалерит есесінен смитсонит  $Zn [CO_3]$ , каламин  $Zn_4[Si_2O_7] (OH)_2 \cdot H_2O$  түзіледі.

Мырыштың басты рудасы. Мырышпен қатар сирек кездесетін кадмий, индий, галлий қоса өндіріледі.

### **- Пирротин тобы. Бұл топқа пирротин мен пентландит кіреді.**

#### **Пирротин $Fe_{1-x}S$**

(грекше пиррос — қызамық). Құрамында никель кобальт қоспалары болады. Гексагондық сингонияда кристалданады, кристалдары тығыз масса түрінде кездеседі.

Түсі қоладай сары, сызығының түсі кара, жылтыры металдай (болымсыз), жымдастығы жоқ, қаттылығы 3,5—4,5, тығыздығы  $4,6—4,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, сәл магнитті. Түсі және қаттылығының төмендігі бойынша өзіне ұқсас пирриттен ажыратылады.

Негізді магмалық жыныстарда пентландит, халькопиритпен бірге мыс-никель рудаларын құрайды. Скарндарда, гидротермалдық желілерде кездеседі. Таймыр түбегінде (Норильск,

Талнах), Мончетундрада, Канадада (Седбери) орналасқан. Күкірт қышқылы алынады, никель, кобальт бөліп алынады.

#### **Пентландит (Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub> коспасы кобальт.**

Кубтық сингонияда тығыз түйірлі масса құрайды. Пирротиннің жарықшалары, қуыстары ішінде орналасады. Түсі ақшыл қола тәрізді, сызығының түсі ақшыл қоңыр, металл жылтырлы, жымдастығы жетілген, қаттылығы 3,5—4, тығыздығы 4,5—5·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Өзіне ұқсас пирротиннен ақшыл түсі, магниттілігінің жоқтығы, ал пириттен қаттылығының төмендігімен ажыратылады. Негізгі магмалық жыныстарда пирротин, халькопирит сперритпен бірге мыс-никель рудаларын құрайды. Басты никель рудасы, қосымша кобальт бөліп алынады.

#### **- Халькопирит тобы. Топка борнит пен халькопирит минералдары кіреді.**

##### **Борнит Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> (мыстың шұбар рудасы).**

Қоспалары германий, рений, селен, теллур. Кубтық сингонияда кристалданады, төрт полиморфтық түрі бар, олардың ішіндегі тұрақтысы куб. Кристалдары сирек, тұтас, тығыз масса түрінде кездеседі. Түсі мыс тәрізді қызыл, бетінде мыстың кек ала құлпырма пленкасы болады, сызығының түсі кара сұр, шала металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, сынғақ, қаттылығы 2,5—3, тығыздығы 4,9—5,2·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Құлпырған көкала түсі – ажырату белгісі. Гидротермальдық полиметалл және колчедандық кендерде пиритпен бірге, сульфидтермен қайта баю зонасында ковеллин, халькозинмен бірге кездеседі.

Кендері Оралда (колчедандық Левиха кені), Қазақстанда (Жезқазған, Қоңырат), Югославияда (Бор), Чилиде (Чукикамата), Намибияда (Цумеб), АҚШ-та (Бьютт).

##### **Халькопирит CuFeS<sub>2</sub> (грекше халькос — мыс, халькопирит — мысты пирит).**

Қоспалары: күміс, алтын. Тетрагондық сингонияда кристалданады, кристалдарының пішіні тетраэдр іспетті, тығыз, сеппелі масса құрайды. Түсі сары, бетінде жұқа көк-ала құлпырма пленка болады, сызығының түсі кара, жасыл кара, металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, қаттылығы 4,1-4,3, тығыздығы 4,2-10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Өзіне ұқсас пириттен көкала құлпырма пленкасы, қаттылығының төмендігімен ажыратылады. Көшпелі минерал магмалық негізді жыныстарда пирротин, пентландитпен бірге мыс-никель рудаларын құрайды. Скарндарда, гранат пен магнетитке, шеелитке ілесіп жүреді. Гидротермальдық желілердегі полиметалл рудаларында, колчедандық кендерде пиритпен бірге кездеседі. Мыс порфирлік кендерде, мысты құлпытастарда цемент түрінде ұшырайды. Тотығу зонасында оның есесінен халькозин, малахит, азурит, саф мыс түзіледі.

Таймырдағы Норильск, Талнах (магмалық жыныстарда), Оралдағы Турьинск (скарндарда), Дегтярск мен Сибай (мысты колчеданды жыныстарда), Өзбекстандағы Алмалық пен Қазақстандағы Қоңырат (екеуі де туынды кварциттерде), Қазақстандағы Жезқазған мен Чита облысындағы Удоиск (екеуі де мысты құмтастарда). Буларға қоса шет елдердегі Седбери (Канада), Бингхем (АҚШ), Чукикаматы (Чили) кендерін атауға болады. Мыстың басты рудасының бірі. Мысқа қоса алтын, күміс бөліп алынады.

#### **- Тізбекті сульфидтер**

##### **Киноварь HgS**

(арабша киннабрис — «айдаһар қаны» деген сөзден шыққан). Hg мен S атомдары шексіз бұрандалы HS-S-Hg тізбектерін құрайды. Кубтық сингонияда кристалданады. Кубтық модификациясын метациннабарит (HgS) деп атайды. Жеке кристалдары сирек, тығыз масса, сеппелер түрінде ұшырайды. Түсі Қызыл, қан қызыл, сызығы қызыл түсті, алмаз жылтырлы, жымдастығы жетілген, қаттылығы 2-2,5, тығыздығы 8 8,2·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Ерекше қызыл түсі мен сызығының түсі - ажырату белгісі.

Гидротермальдық желілерде антимонит, флюорит, барит, халцедонмен бірге кездеседі. Химиялық ыдырауға берік және салмағы жоғары. Кендері Қырғызстанда (Қадамжай, Хайдаркан), Донбасста (Никитовка), Испанияда (Альмаден), Югославияда (Идрия), Жапонияда (Сикоку) орналасқан. Сынаптың негізгі рудасы. Сынап электротехникада, прибор жасауда, қопарғыш заттар өндіруде қолданылады.

- **Антимонит тобы. Бұл топқа антимонит пен висмутин кіреді.**

**Антимонит  $Sb_2S_3$  (сурьма жылтыры).**

Латьшның антимониум - сурьма деген сөзінен шыққан. Ішкі құрылысында Sb мен S атомдары Sb-Sb түріндегі тізбелі лента құрайды. Ромбылық сингонияда кристалданады.

Жеке кристалдары карындаш, призма секілді ұзынша болады, инеге ұқсас жіңішке сәулеге ұқсас агрегаттар құрайды. Өз түсі және сызығының түсі қорғасындай сұр, жымдастығы созылу бағытында жетілген, металл жылтырлы, кристалл бетінде кейде көгілдір құлпырма пленка байқалады, қаттылығы 2-2,5, тығыздығы  $4,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ажырату белгісіне ұзынша кристалы және кристалдық ұзару бағытындағы сызықшалар, екінші фарфор қалақшасымен ыскандағы сұр, қара сұр сызығының қоңыраюы жатады. Гидротермальдық кендерде пирит, киноварь, флюорит, кварц, барит, халцедонмен бірге кездеседі.

Кендері Қырғызстандағы Қадамжай, Хайдаркан, Қытайдағы Си-Гуань-шань, Жапониядағы Ишинокава.

Антимонит — сурьманың басты рудасы. Сурьма, қорғасын, қалайы корытпасы аккумуляторлар дайындалады. Сурьма подшипниктер, типографтық қорытпалар дайындауға да қолданылады.

**Висмутин  $Bi_2S_3$ .**

Ішкі құрылымы антимонитке ұқсас. Ромбылық сингонияда кристалданады. Кристалдарының пішіні призма, ине тәрізді, созылу бағытында сызықшалар байқалады. Түсі қорғасындай сұр, кейде қалайыдай ақ сызығының түсі сұр, қара, металл жылтырлы, жымдастығы жетілген, қаттылығы 2-2,5, тығыздығы 6,4-  $6,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ажырату белгісі күшті жылтырлы, сызығын фарфор қалақшамен екінші рет ысқылағанда баяу қоңыраяды (антимониттен айырмасы). Метасоматоз процесінде түзілетін грейзенлерде серицит (ұсақ түйірлі мусковит), кварц, саф висмут, пирит, халькопирит, касситерит, топазбен бірге ұшырайды.

Ірі кендері жоқ. Орта Азияда (Ұстарасай, Адрасман), Қазақстанда (Ақшатау), Байқал сыртында (Белуха, Бекупа) анықталды. Висмут балку температураеы төмен қорытпа алу үшін қолданылады.

- **Қабатты сульфидтер**

Бұған ковеллин, молибденит, аурипигмент кіреді.

**Ковеллин  $Cu_2S-CuS_2$  (мыс көгі).**

Италия минералогы Ковеллидің есімімен аталған. Химиялық құрамы: Си 66,5%, S 33,5%. Қоспалары: Fe, Ag, Se, Pb. Кристалдық құрылымы қабатты. Гексагондық сингонияда кристалданады. Кристалдары қабыршақ тәрізді, борпылдақ ұнтақ масса түрінде ұшырайды. Түсі көк, сызығының түсі сұр, қара, жымдастығы жетілген, жылтырлығы шала металша, қаттылығы 1,5-2, тығыздығы  $4,6-4,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, морт сынады.

Сульфидтермен қайта баю зонасында халькозин, борнит, халькопирит, темірдің сулы тотықтарымен бірге шоғырланады. Мыс, мыс-колчедан, полиметалл кендерінің бәрінде бастапқы рудалардың жоғарғы жағында орналасады.

**Аурипигмент  $As_2S_3$ .**

Латынның аурум - алтын, пигментум - бояу деген сөздерінен шыққан. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Кристалдарының пішіні призма тәрізді, түйірлі, қабыршақты масса құрайды. Түсі алтындай сары, сызығының түсі сары, жымдастығы аса жетілген, жылтыры алмастай, қаттылығы 1,5-2, тығыздығы  $3,4-3,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ажырату белгісіне сызығының түсі шымқай сарылығы, қаттылығының төмендігі жатады.

Гидротермальдық желілерде антимонит, киноварь, реальгармен бірге, полиметалл рудаларында күміс, алтын кендерінде марказит, кальцитпен қатар ұшырайды. Вулкан газдарынан да түзіліп вулкан кратерінің қабырғаларындағы жарықтарды, қуыстарды толтырып саф күкірт, хлоритпен бірге шоғырдайады.

Грузияда (Лукум кені), Якутияда, Грецияда (Аллахар кені), АҚШ (Меркур кені), Турция, Иранда кендері бар. Сары бояу, мышьяк тотығын алу үшін өңделеді.

**Молибденит  $MoS_2$  (молибден жылтыры).**

Гректін молибдос — қорғасын деген сөзінен шыққан, жылтыры, сырт кейпі қорғасын секілді. Қоспасы рений Re. Ішкі құрылымы молекулалық нашар молибден атомдарының пакеттерінен

кұрылған. Гексагондық сингонияда кристалданады. Кристалының пішіні жапырақ тәрізді алты бетшелер түрінде болады, агрегаттары қабыршақты кереді. Түсі корғасындай сұр, сызығының түсі көкшіл сұр, жымдастығы аса жетілген, металл секілді күшті жылтырайды, қаттылығы 1-1,5, колға жұғады, тығыздығы  $4,7-5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Жоғары температурада электр тогын өткізеді. Ажырату белгісі өзіне сәйкес графиттен сызығын екінші рет фарфор қалақшасымен ысканда жасыл түске өзгереді. Қышқыл интрузияларда, грейзендерде, мусковит, касситерит, арсенопиритпен бірге ұшырайды, гидротермальдық кварцты желілерде, кварцқа байыған жыныстарда пирит, халькопиритпен ұштасады. Скарндарда шеелит, гранат-андрадитпен жуықтасады.

Кені Қазақстанда (Қоғдарат), Солтүстік Кавказда (Тырнауз), АҚШ-та (Қлаймакс), Монғолияда, Қытайда, Молибденит — басты молибден рудасы. Молибден металы әртүрлі сортты болат өндіруге жұмсалады. Электротехника мен телеграф байланысында, бояу және химия өндірістерінде қолданылады.

### - Сақиналы сульфидтер

#### **Реальгар $\text{As}_4\text{S}_4$ .**

Ішкі құрылымы 8 мүшелі сақиналардан тұрады. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Қысқа призма түріндегі кристалдар, друзалар түзеді. Минералдық агрегаттары түйірлі, топырақ тәрізді келеді. Түсі қызыл, қызыл-сары, сызығының түсі солғындау қызыл, жымдастығы жетілген, тотыққанда түсін жойып аурипигментке ауысады. Күн сәулесінің әсерінен үгіліп ұнтаққа айналады. Электр жарығынан кристалы жарырылып үгіледі. Электр тогын өткізбейді. Қаттылығы 1,5-2, тығыздығы  $3,4-3,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Өз түсі, сызығының түсі бойынша ажыратылады. Вулкандық газдардан, салқын су ерітінділерінен тұнады. Аурипигментпен бірге кездеседі. Грузиядағы Лукумск кенін атсуға болады. Мышьяк алу үшін өнделеді.

### - Персульфидтер

#### **Пирит $\text{Fe}[\text{S}_2]$ .**

Минерал гректің пирос — от деген сөзінен шыққан. Қоспалары: Co, Ni, Au, Ag. Ішкі құрылымы жақ орталықты куб болады. Кубтық сингонияда кристалданады, кристалдарының пішіні пентагон-додекаэдр түрінде кубтың әр жағында жіңішке сызықшалар болады. Түйірлі, сеппелі, тұтас тығыз агрегаттар құрайды. Түсі жез сияқты сары, сызығының түсі қаракөк, металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, электр тогын нашар өткізеді, қаттылығы 6-6,5, тығыздығы  $4,9-5,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Кристалдарының пішіні, жақтарындағы сызықшалары (жақтар бойынша бір-біріне қарама-қарсы), қаттылығы, тығыздығының төмендігі бойынша алтыннан, халькопириттен, марказиттен ажыратылады.

Өте кең тараған. Эндогендік, экзогендік метаморфтық жолмен жаралады. Магмалық жыныстарда, скарндарда, гидротермальдық желілерде халькопиритпен бірге, колчедандық және полиметалл кендерінде галенит, сфалерит, халькопирит, арсенопирит, өңсіз рудалармен қатар шоғырланады. Экзогендік шөгінділерде конкреция жұмырша пішінде сидеритке, баритке, опалға ілеседі. Метаморфтық жыныстарда ұсақ сеппелер түрінде шашырай тараған. Тотығу зонасында лимопитке айналып темір жосақы қалыптастырады.

Мол шоғыры Оралдың, Шығдыстық, Алтайдың мысколчедан кендерімен байланысты. Пириттен күкірт қышқылы өндіріледі, алтын, селен бөліп алыады.

#### **Марказит $\text{FeS}_2$ .**

Ромбылық сингонияда кристалданады. Жапырақ, гүл іспетті агрегаттар, конкрециялар құрайды. Түсі, сызығының түсі, жылтыры пиритке ұқсас, қаттылығы 5-6, тығыздығы  $6,6-4,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , жымдастығы жоқ, электр тогын нашар өткізеді. Кристалдарының пішіні, конкрециялары бойынша ажыратылады. Кемірлі жыныстарда, құмдар, саздар арасында сульфидтердің тотығу зонасында жиылады. Мол шоғырланған дербес кені жоқ. Сульфидтік рудаларды тотығу зонасында кездеседі. Күкірт қышқылын өндіретін шикізат.

#### **Арсенопирит $\text{Fe}[\text{AsS}]$ (мышьяк колчеданы).**

Моноклиндік сингонияда кристалданады. Кристалдары қысқа призма түрінде болады, түйірлі тығыз масса құрайды. Түсі қалайыдай ақ, сызығының түсі қара, жымдастығы жетілген, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы  $5,9-6,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Балғамен ұрғанда сарымсақ иісі сезіледі, электр

тоғын өткізеді. 460-675°C-та ажырайды. Ажырағанда белінетін (мышьяк тотығы  $A_2O_3$  ақ алмас деп аталады, ол халыққа ертеден белгілі) ұлы зат. Кристалдарының пішіні, қалайыдай, түсі, қаттылығы, сарымсақ иісіндей иісі оның ажырату белгісіне жатады.

Скарндық (метасоматикадық) кендерде кварц, касситерит, вольфрамит, галенит, сфалерит, саф алтын және күміс, мыс минералдарымен бірге ұшырайды. Тотыққанда бозғыл бояуы көзге бірден шалынатын скародит  $Fe[AsO_4] \cdot 2H_2O$  минералына айналады. Ол — мышьяк қосылыстарын іздеу белгісі.

Кені Оралда (Қочкарск), Орта Азияда («Үшемшек» кені), Шығыс Сібірде (Дарасун) шоғырланған.

Арсенопирит — мышьяк өндіретін руда. Мышьяктан ауыл шаруашылығы зиянкестерімен күресетін улы заттар дайындалады. Бояу, былғары, өндірістерінде Қолданылады. Алтын бөліп алынады.

#### **Кобальтин $Co[AsS]$ .**

Кристалдық құрылымы пиритке сәйкес келеді. Кубтық сингонияда кристалданады. Кристалдары октаэдр, куб пішіндес, түйіршікті массалар түрінде кездеседі. Түсі ақшыл сұр, жымдастығы орташа. металдай жылтыр, қаттылығы 5-6, тығыздығы  $6-6,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Кристалдарының пішіні, қызғылт ақшыл түсі, қаттылығы бойынша ажыратылады.

Скарндарда магнетит, кальцитпен қатар, гидротермальдық желілерде арсенопирит, халькопирит, саф күміс, уранинитпен бірге ұшырайды. Тотығу зонасында ыдырап эритринге  $Cu_3[AsO_4] \cdot 8H_2O$  айналады. Ол кобальт іздеу белгісі болып саналады.

#### **- Сульфотұздар**

Құрамы күрделі, құрылымдық типі оқшауланған қосылыстарының радикалдары  $[AsS_3]^{3-}$ ,  $[SbS_3]^{3-}$ ,  $[AsS_4]^{3-}$  түрінде болады. Олардың ішкі байланысы коваленттік түрде келеді,  $Cu$ ,  $Ag$  катиондары мен радикалдар донорлық-акцепторлық байланыс құрайды. Полиметалл кендерінде сульфидтер және персульфидтермен бірге кездеседі. Сульфотұздарға энаргит, өңсіз рудалар тобы, күмістің, қызыл рудасының тобы кіреді.

#### **Энаргит $Cu_3[AsS_4]$ .**

Ромбылық сингонияда кристалданады. Түсі болаттай сұр, қара, сызығының түсі қара сұр, жымдастығы жетілген, шала металл жылтырлы, қаттылығы 3,5, тығыздығы  $4,4-4,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Сфалерит пен өңсіз рудалардан сызығының қара түсі, жымдастығы бойынша ажыратылады. Гидротермальдық желілерде халькопирит борнитпен бірге ұшырайды. Тотығу зонасында малахитке, азуритке айналады.

Кені Қазақстандағы Қоңырат кенінде, Намибияда (Цумеб кені), Чилиде (Чукикамата кені) анықталды.

Өңсіз рудалар (күңгірт рудалар) тобы. Шеткі мүшелері тераэдрит  $(Cu_{10}^+ Cu_{22}^+)_{12} [SbS_3]_4S$  және теннантит  $(Cu_{10}^+ Cu_{22}^+)_{12} (AsS_3)_4S$  болып келетін ауыспалы изоморфтық қатар құрайтын минералдар. Қоспалары:  $Ag$ ,  $Au$ . Ауада тез тотығып өзінің жылтырын, құлпырған түсін жояды. Осы қасиетіне байланысты күңгірт рудалар деп аталып кеткен. Кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары тетраэдр пішінде болады, түсі болаттай сұр, сызығының түсі қара күрең, металл жылтырлы, күңгірт жылтырлы, жымдастығы жоқ, өте морт, сынғақ (пышақпен оңай тырналады, қара ұнтақ қалады), қаттылығы 3-4,5, тығыздығы  $4,6-5,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , өзіне ұқсас халькозиннен сызығының түсі және морттығымен ажыратылады.

Гидротермальдық желілерде пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, саф алтын, барит, кальцитпен бірге кездеседі. Сульфидтермен қайта баю зонасында ұшырайды.

Дербес кендері жоқ. Оралдағы Турьин мыс, Березовск алтын кендерінде, Сібірдегі Дарасун алтын кенінде, Қоңырат, Жезқазған мыс кендерінде анықталған. Мыспен қатар сурьма алтын, күміс бөліп алынады.

#### **- Күмістің қызыл рудаларының тобы.**

##### **Прустит $Ag_3[AsS_3]$ пен пираргириттің $Ag_3[SbS_3]$ -**

ауыспалы изоморфтық қатарлары болып табылады. Тригондық сингонияда кристалданады. Кристалдары қысқа бағанша, түйіршікті массалар құрайды. Түсі қызыл, қоңыр қызыл, сызығының

түсі қызыл, жымдастығы айқын емес, алмас жылтырлы, қаттылығы 2,0-2,5, тығыздығы  $5,5-5,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , Өзіне ұқсас киноварь мен куприттен химиялық анализ, оптикалық әдіс қолдану арқылы ажыратылады.

Полиметалл, күміс кендерінде, күміс сульфидтерінің (аргентиттің  $\text{Ag}_2\text{S}$ ) тотығу зонасында галенит, өңсіз рудалар, кальцит, кобальт және никельсульфидтерімен бірге кездеседі.

Кені Якутияда (Мангезей) табылды. Бірнеше шет елдерде: Мексикада (Пахука), Перуде (Касапалка), Боливияда (Патоси), Чилиде кендері бар. Бағалы күміс рудасынан саналады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Алтынға сипаттама беріңіздер. Қазастандағы және басқа елдердегі тамырлы және қорымды алтын кенорындарын атаңдар.
2. Табиғатта таза қалпында кездесетін күкіртті қандай қасиетіне қарай анықтаймыз? Оның қолдану аймағы.
3. Алмаздың қасиеті мен шыққан жерін сипаттаңыз.
4. Графиттің физикалық қасиеті қандай? ТМД және Қазақстан елдерінде оның шығуы және кенорыны?
5. Сульфидтерге қандай минералдар жатады? Олардың практикалық мәні.
6. Пиритті сипаттаңыз. Пиритке кристаллдардың қандай формасы тән?
7. Пирротинді қандай физикалық қасиетімен анықтайды?
8. Пентландиттың формасын анықтаңыз. Оның шығу тегі, кенорыны және маңызы.
9. Минаралдың синонимін атаңыз: пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, молибденит.
10. Молибденитті қандай қасиетімен анықтаймыз? Оның шығу тегі және кенорыны.
11. Пирит халькопириттен несімен ерекшеленеді?
12. Қазақстан және ТМД территориясындағы үлкен мыс кенін атаңыз.
13. Құрамында мысы бар сульфидтарды атаңыз.
14. Қорғасын мен қалайы құрамындағы сульфидтарды суреттеңіз.
15. Халькопирит, галенит, сфалерит, молибденит, киноварь қандай жылтырға ие?
16. Қандай кенді полиметаллдық деп атаймыз?
17. Қазақстан және ТМД территориясындағы полиметаллдық кеннің таралуының басты кенін атаңыз.
18. Галенит, пирит, молибденит қандай жарық бағытына ие?
19. Реальгара мен аурипигментке қандай ерекше қасиеттер тән? осы минералдардың шығу тегі.
20. Киноварды қандай қасиетімен оңай тануға болады? Оның шығу тегі, кенорыны және маңызы.

### **№ 7 сабақ**

**Тақырып:** Галогенидтер және оксидтер (тотық).

#### **Жоспар:**

1. Галогенидтер
  - Фторидтер.
  - Хлоридтер
2. Тотықтар (оксидтер), сулы тотықтар
  - Координациялық тотықтар
  - Тізбекті тотықтар
  - Қабатты тотықтар
  - Каркасты тотықтар
  - Қабатты, тізбекті сұлы тотықтар
    - Аморфты сулы тотықтар.

### **1. Галогенидтер**

Тұз және фтор қышқылдарындағы ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ) сутек атомын калий, натрий, кальций катиондарының алмастыруынан түзілген қосылыстар ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaF}_2$  т.б.). Ірі аниондар  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ .

СІ-1,81А, құрылымда тығыз қаланып кіші катиондарды қоршайды. Катиондардың координациялық саны көбінесе болады, химиялық байланыс түрі иондық, құрылымдық типі координациялық түрде келеді. Экзогендік жағдайларға байланысты. Ас тұзы (галит), сильвин, карналлит кол, теңіз сулары ыстық, құрғақ климат жағдайында буланғанда қалың қабаттар түрінде тұнады. Галит вулкан буларының газдарынан күкіртпен бірге кристалданады. Флюорит, пегматит, грейзен желілерінде, гидротермальдық желілерде түзіледі. Галогенидтерге 100 шақты минерал жатады, олар фторидтер (флюорит), хлоридтер (галит, сильвин, карналлит) болып ажыратылады.

### **- Фторидтер.**

#### **Флюорит $\text{CaF}_2$ - (балқытқыш шпат).**

Фтор элементінің латынша аты (флюорум) бойынша қойылған. Кристалдық құрылымы жақ орталықты куб, кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары куб, кубоктаэдр, октаэдр пішіндес келеді, әдемі друзалар құрайды, тығыз, жолақты агрегаттары жиі кездеседі. Түсі күлгін, жасыл, ақ, түссіз, мөлдір болады, сызығының түсі ақ, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген, қаттылығы 4, тығыздығы 3,1. Қоспаларына қарай кейде көгілдір, жасыл сарғыш, күлгін қоңыр болып ұшырайды. Қыздырғанда түсін жояды, рентген сәулесі тигенде түсі қайтадан қалпына келеді. Мөлдір кристалдарын қыздырғанда, катод сәулелерін түсіргенде күлгін сәулелер шығарады, мұны флюоросценция деп атайды. Оптикалық флюорит мөлдір, түссіз, ратавит аталатын түрі ақшыл күлгін, топырақ іспетті болады. Түсі, қаттылығы, катод сәулелері тигенде кек, күлгін түстер шығару қасиеті бойынша ажыратылады.

Грейзендерде топаз, мусковит, турмалин мен бірге, скарндарда, гидротермальдық желілерде кварц, кальцит, барит, сульфидтерге ілесе жүреді. Шөгінді жыныстарда гипс, ангидрит, кальцит, доломит минералдарымен қатар ұшырайды.

Кені Қазақстанда Тасқайнар, Орта Азиядағы Аурах-мат, Шығыс Байқал сыртындағы Солнечное, Калангуй. Оптикалық флюорит прибор жасауға қажет. Металлургияда балкуды жеңілдету және сұйытылған шлак алу үшін шихтаға қосылады. Химия өнеркәсібінде түрлі фторлы қосылыстар алу үшін қолданылады.

### **- Хлоридтер.**

#### **Галит (ас тұзы) $\text{NaCl}$ .**

Галит гректің *галос* - теңіз тұзы сөзінен шыққан.

Түсі ақ, түссіз, мөлдір, жылтыры шыныдай, жымдастығы жетілген, қаттылығы 2, тығыздығы  $2,1-2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , ерімтал. Өзіндік дәмі және ерімталдығы бойынша ажыратылады.

Ыстық, құрғақ климат жағдайында суы суалған теңіз, көл, шығанақ тұнбаларында гипс, сильвин, карналлитпен бірге кездеседі. Вулканның буларына ілескен галит лавалық жыныстардың жарықтарын, қуыстарын толтырады.

Кені Қазақстанда (Арал маңы, Ертіс еңірі), Волга бойында (Эльтан, Басқұншақ), Оралда (Соликамск), Величка (Польша), Пенджаб (Үндістан), Канзас (АҚШ), Тебриз (Иран), Стассфут (ГДР) жатады. Тамақ, химия өндірістерінің шикізаты. Тұз қышқылы, хлор өндіріледі.

#### **Сильвин $\text{KCl}$ .**

Ішкі құрылысы галиттің ішкі құрылысына сәйкес. Кубтық сингонияда кристалданады, көбіне түйірлі тұтас масса құрайды. Түссіз, қызғылт (гематит қоспаларының болуынан) сұр, шала мөлдір, жымдастығы жетілген, шыныдай жылтыр, дәмі қышқыл, кермек, тіл қуырады, жылуды өте жақсы өткізеді, суда тез ериді, ылғал тартқыш. Галиттен қызғылт түсі, дәмінің өзгешелігі бойынша ажыратылады.

Галит қабаттарының жиылу жағдайларына ұқсас жағдайда онымен бірге жиылады. Ертінді күйінде галиттен гөрі топыраққа мол сіңеді, сондықтан сильвин галит кендерінің бәрінде кездесе бермейді. Галит пен сильвиннің аралас қоспасын сильвинит деп атайды.

Біздің еліміздегі ірі кені Соликамскде, Эльзаста (Франция), Стассфуртте (ГДР) орналасқан. Сильвин химия өнеркәсібінде, тыңайтқыштар өндіруде қолданырады.

#### **Карналлит $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .**

Аты Карналь деген геологтың есіміне қойылған. Сулы хлоридтерге жатады. Ромбылық сингонияда кристалданады, тығыз, түйіршікті масса құрайды. Түсі ақ, кейде күңгірт қызыл,



Сжылтыры шыныдай, жымдастығы жоқ, су жұтқыш ерімтал, дәмі тым ащы, қаттылығы 2-3, тығыздығы  $1,6-10^3 \text{ кг/м}^3$ . Дәмі және аяқпен басқандағы сықырлауы бойынша ажыратылады. Суы тартылған көлдерде, бөлініп қалған теңіз шығанақтарының тұнбаларында галит және сильвинмен бірге кездеседі. Ең содынан ұнатындықтан басқа тұз қабаттарының бетінен орын алады. Оралдағы Соликамск мен ГДР-дегі Стассфуртті атауға болады. Калий және магний металдарын айырып алуға қолданылады.

## 2. Тотықтар (оқсидтер), сулы тотықтар

Тотықтар металдар мен металлоидтардың оттектен қосылыстары болып табылады. Сулы тотықтар құрамына гидроксил (ОН) тобы, кейде су молекулалары кіреді. Бұлардың кристалдық құрылымын тығыз қаланған оттектен иондары  $\text{O}^{2-}$  сулы тотықтарда ОН құрайды. Бұл иондық радиустары бір-біріне жуық, оттектігі 1,36А, гидроксилдікі 1,33А, катиондарына Fe, Cr, Mn, Ti, Al, U, Sn, Ta, Nb кіреді. Химиялық байланысы иондық, коваленттік, металдық болып келеді.

Сулы тотықтар құрамына қарай жай және күрделі болып ажыратылады. Күрделі тотықтарға валенттілігі екі түрлі катиондар кіреді, магнетит  $\text{Fe}^{2+} \text{Fe}^{3+} \text{O}_4$ , колумбит (Mn, Fe)  $\text{Nb}_2^{5+}\text{O}_6$ . Тотықтардың құрылымдық типтері координациялық, тізбекті, қаркасты, қабатты болып келеді, сулы тотықтарда қабатты құрылым басымырақ ұшырайды. Тотықтар эндогендік, экзогендік процестерде түзіледі. Сулы тотықтар экзогендік процестерде, тотығу, үгілу процестерінің нәтижесінде пайда болады.

Тотықтар темір, хром, марганец, қалайы, уран рудаларын құрайды. Бағалы оптикалық шикізат сурас (тау хрусталі), рубин, сапфир, секілді асыл тастар да осыларға жатады.

Тотықтар табиғатта кең тараған, минералдарының саны 150 шамасында, бұлар жер қыртысы массасының 17%-ін құрайды.

### - Координациялық тотықтар

Бұлар кубтық сингонияда кристалданады, кристалдың пішіні жұмыр, жымдастығы жоқ, қаттылығы 5-6,8 (тек куприттікі 3,5).

#### Куприт $\text{Cu}_2\text{O}$

Аты латынның купрум — мыс деген сөзінен шыққан. Топырақ тәрізді түрін кірпіш тәрізді мыс рудасы деп атайды. Кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары ромбоэдр тәрізді, ұнтақ тығыз масса түрінде ұшырайды. Түсі қызыл, жасырын. кристалды түрлері сұрғылт, сызығының түсі қызыл күрең, қоңыр қызыл, алмас жылтырлы, жымдастығы жоқ, қаттылығы 3,5-4, тығыздығы  $6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Сызығының түсі, тығыздығы бойынша ажыратылады.

Мыс сульфидтерінің тотығу зонасында малахит, азурит, саф мыс, лимонитпен бірге кездеседі.

Кені Оралдың, Алтай мен Сарыарқаның мыс, полиметалл кендерінің тотығу зонасынан орын алған. Дербес кен құрамайды.

Бағалы мыс рудасы болып табылады.

#### Уранинит $\text{UO}_2$

Аты құрамында уран болуына байланысты қойылған.

Кубтық сингонияда кристалданады. Кристалдары сирек және кішкене, бір-біріне жабысқан ұсақ кесектерден тұрады. Мұндай минералдық агрегаттарды «уран қарамайы» немесе «уран шайыры» деп атайды. Кішкене шар, дендрит, ұнтақ түрінде кездеседі.

Түрі қара, қоңыр сұр, сызығының түсі қоңыр қара, шала металл жылтырлы, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы  $10,3-10,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Күшті радиактивтілігі бойынша ажыратылады.

Пегматиттерде циркон, дала шпаттарымен бірге, гидротермалдық желілерде кобальт, никель, висмут, күміс сульфидтерімен («бесэлементтік формация»), пирит, галенит, баритпен аралас ұшырайды. Метаморфтық, шөгінді жыныстардан да табылды. Тотығу зонасында уран слюдасына айналады.

Кендері Орта Азияда, Украинада, Канадада (Үлкен Аю көлі кені), Заира (Шинколобве), Намибияда (Росинг карьері). Уранинит - атом энергиясының шикізаты. Шпинельдер тобына шпинель, хромит, магнетит кіреді.

**Шпинель  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ .** Шпинель күрделі тотықтарға жатады. Ішкі құрылысында тығыз кубтық қаланған оттектік тетраэдрлік қуыстарының төрттен бірі  $\text{Mg}^{2+}$  иондары, октаэдрлік қуыстарының

жартысын  $Al^{3+}$  иондары алған. Кубтық сингонияда кристалданады. Түсі ашық қызыл, күлгін немесе сарғылт жасыл рендес, кейде көк жасыл, шыныдай жылтыр, сызығы ақ, қаттылығы 8, тығыздығы  $3,5-3,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , жымдастығы нашар. Октаэдрлік пішінін қаттылығы бойынша ажыратылады.

#### **Хромит $FeCr_2O_4$**

Хромитті теміртас жұмыр, түйірлі агрегат түрінде болады. Кубтық сингонияда кристалданады. Түсі қара, сызығының түсі қоңырқай, шала металл жылтырлы, қаттылығы 4,5-5,5, тығыздығы  $4,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , шала магниттік қасиеті бар. Сызығының түсі, қаттылығы бойынша ажыратылады.

#### **Магнетит $FeFe_2O_4$ (магнитті теміртас).**

Тетраэдрлік қуыстарды  $Fe^{3+}$  иондарының жартысы, екінші жартысы октаэдрлік қуыстарды басқа қуыстарды түгелдей  $Fe^{2+}$  иондары толтырады. Кубтық сингонияда кристалданады. Кристалдары октаэдр, ромбододекаэдр пішіндес, агрегаттары түйірлі тұтас масса, сеппелер түрінде келеді. Түсі де, сызығының түсі де қара, металл жылтырлы, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы  $5,0-5,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Магниттік қасиеті күшті. Кристалдарының пішіні, сызығының түсі, магниттілігі бойынша ажыратылады. Магмалық, метасоматикалық (скарндық) метаморфтық жыныстарда (кварциттерде) кездеседі. Үгілуге, ыдырауға берік болғандықтан құмды-қиыршықтасты борпылдақ жыныстарда да шоғырланып магнетитті қорымдар құрайды,

#### **- Тізбекті тотықтар**

#### **Рутил $TiO_2$ .**

Аты латынша рутилус — қызғылт деген сөзден шыққан. Тетрагондық сингонияда кристалданады. Ромбылық сингониядағы бруцит, тетрагондық сингониядағы анатаз тұрақсыз түрлері болып табылады. Кристалдары ұзынша призма, ине тәрізді болады, имек қоспақтары жиі кездеседі. Түсі сарғыш, қодыр, қызыл, кейде қара. Сызығының түсі сарғыш, сұрғылт. Алмас немесе металл жылтырлы, жымдастығы жетілген, қаттылығы 6, тығыздығы  $4,2-4,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Өзіне ұқсас касситерит пен цирконнан кристалдарының пішіні, жымдастығы, сарғыш сызығы бойынша ажыратылады. Магмалық, метаморфтық, гидротермальдық жыныстарда, пегматиттерде кездеседі, Кені Оралда, АҚШ-та, Швейцарияда, Мадагаскарда орналасқан.

#### **Кассиперит $SnO_2$ (қалайытас).**

Атауы гректің касситерос — қалайы деген сөзінен шыққан. Кристалдары ұзынша призма ине тәрізді, минералдық агрегаттары ұсақ сеппелер түрінде болады, Тетрагондық сингонияда кристалданады. Түсі қоңыр, қара қоңыр, сызығының түсі ақшыл қоңыр, адмас жылтырлы, жымдастығы жоқ, морт сынады, қаттылығы 6-7, тығыздығы  $6,8-7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Қабатты келген «ағаш тәрізді касситерит» аталатын түрі бар. Өзіне ұқсас минералдардан түсі, ақшыл қоңыр сызығы, жылтыры, қаттылығы, тығыздығы бойынша ажыратылады.

Граниттермен байланысты пегматит желілерінде кварц, мусковит, альбитпен, грейзендерде кварц, топаз, мусковитпен, скарндарда гранат, шеелитпен, гидротермальдық желілерде кварц, турмалин, вольфрамит, арсенопирит халькопиритпен бірге кездеседі. Касситериті бар жыныстар үгілгенде қорымды кендер түзеді.

Кені Қазақстанда Қалба жотасында, Чукоткада (Эге-Хай), Приморьеде (Хрустальный), Хабаровск облысында (Солнечное), Байқал сыртында, Боливияда, Бирмада, Нигерияда табылды. Қалайы әр түрлі қорытпалар құюға, қаңылтыр бетін жалатуға, дәнекерлеуге жұмсалады, электротехникада қолданылады.

#### **Пиролозит $MnO_2$**

топырақ тәрізді ұнтақ масса құрайды. Тетрагондық сингонияда кристалданады. Түсі қара сұр, қара, сызығының түсі қара, шала металл жылтырлы, жымдастығы жоқ, қаттылығы 5-6, тығыздығы  $4,7-5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Түйірлі қара массасы, тегіс сынымы қара сызығы бойынша ажыратылады. Шөгінді тау жыныстарында псиломелан, лимонитпен бірге кездеседі. Кені Кавказ сыртында (Чцатурск), Украинада (Никополь), Қазақстанда (Жезді, Қаражал), Үндістанда, Ганада, Бразилияда, Чехословакияда. Марганец металы - алынатын руда, марганец шойын мен болат қорыту, шыныны тазарту, бояу, құрғақ электр батареясын, медициналық препараттар жасау үшін қажет. Марганец болатқа қаттылық, тұтқырлық қасиеттер береді.

#### **Колумбит**

(Fe, Mn) Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> — танталит (Fe, Mn) Ta<sub>2</sub>O<sub>6</sub> изоморфтық қатар құрайтын минералдар. Кристалдары призма, жапырақ тәрізді келеді. Ромбылық сингонияда кристалданады. Түсі қара, қара қоңыр, сызығының түсі қара, шала металл жылтырлы, жымдастығы орташа, тығыздығы 5,1-8,2, радиоактивті. Өзіне ұқсас ильмениттен сызығының түсі (ильмениттің сызығы қара), вольфрамиттен қаттылығының төмендігімен ажыратылады. Пегматиттерде кварц, мусковит, берилл, (касситерит, турмалинмен бірге кездеседі. Қорымдарда жиылады. ТМД-да ірі кендері жоқ. Шетелдердегі кені Бразилияда, Біріккен Араб Республикасында, Нигерияда орналасқан. Тантал-ниобит металдары бөліп алынатын руда.

#### - **Қабатты тотықтар**

##### **Корунд Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.**

Кристалдық құрылымында өзара тығыз үйлесе орналасқан оттектің әрбір екі кабаттары арасындағы октаэдр бұрыштары октаэдр формалас тараған, 6 оттектің аралықтарындағы бос қалған қуыстың үштен екісіне катиондар орналасқан. Тригондық сингонияда кристалданады. Жеке кристалдары бағана, тығыз, түйірлі масса түрінде кездеседі. Құрамындағы қоспалар корундық түсін өзгертеді. Хром қосылса қызыл, темір қосылса қызыл күрең, марганец қосылса қызыл, титан қосылса көк түсті болады. Түсі көк, сұр, сызығының түсі ақ, жымдастығы жоқ, шыныдай жылтыр, қаттылығы 9, тығыздығы 4,0-4,1 \* 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Қызыл корунд - рубин, көк корунд сапфир деп аталады. Екеуі де асыл тасқа жатады. Корунд құрамында кварц пен темір оксиді кебірек болса оны наждақ деп атайды.

Метаморфтық жыныстарда, сілтілі магманың пегматиттерінде ұшырайды. Қорымдар күйінде кездеседі.

Ірі кені Қазақстандағы Семізбұғы, одан басқа Оралда (Косой Брод), Якутияда, Бирмада, Шри Ланкада, Үндістанда, Грецияда орналасқан.

Корунд пен наждақ металдарды, тастарды өңдейтін абразивтік шикізат. Рубин мен сапфир 1-кластағы асыл тастарға жатады. Жасанды рубин лазерлерде, космостық техникада қолданылады.

##### **Гематит Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (қызыл теміртас).**

Аты гректің гемати-косқанды деген сөзінен шыққан. Темір жылтырлы, темір слюдасы, қызыл темір, ұнтақ темір, мартит деп аталатын минералдардың бәрі осы гематитке жатады. Магнетиттен шыққан псевдоморфозасы мартит деп аталады. Тригондық сингонияда кристалданады. Кристалдары жапырақ тәрізді, агрегаттары тығыз, қабыршақты масса түрінде болады. Түсі қызыл күрең, қара сұр, сызығының түсі шидей қызыл, жымдастығы жоқ, тегіс бөлшектенеді, металл жылтырлы, қаттылығы 5-6, тығыздығы 5,0-5,2\*10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Сызығының түсі, жұқа қабатты қабыршақты агрегаттары бойынша ажыратылады.

Метаморфтық жыныстарда (кварциттерде, темір слюдалы тақтатастарда, талькті тақтатастарда, мәрмәрлерде), және шегінді жыныстарда кездеседі. Темірлі минералдардың химиялық ыдырауынан да түзіледі.

Қазақстанда Қарсақбайда, Атасуда, Қостанай, Торғай өңірінде, Украинада (Кривой Рог), РСФСР-де (Курск магнит аномалиясы), АҚШ-та, Бразилияда бірнеше кендері бар. Маңызды темір рудасы болып табылады. Темірдің қызыл жосасынан бояу жасайды.

##### **Ильменит Fe TiO<sub>3</sub> (титанды теміртас).**

Аталуы Оралдағы Ильмень тауының атына байланысты. Тригондық сингонияда кристалданады. Кристалдары ромбоэдр, жапырақ пішінді келеді. Түсі қара, сызығының түсі қара, жылтыры металдай, шайырдай, жымдастығы жоқ, тегіс сынады, сәл магнитті. Кристалдарының пішіні, шайырдай жылтыры, қабатта бөлінуі, қаттылығы бойынша ажыратылады.

Сілтілі, негізді, ультранегізді жыныстарда кездеседі. Осы жыныстардың үгілуінен пайда болған қорымдарда жішдады.

Кені Оңтүстік Оралда (Ильмень тауы), Қанадада, Норвегия да анықталды Титан рудасы болып саналады. Ферротитан қорытпасын құюға, ақ бояу, берік болат алу үшін және радиотехникада қолданылады.

#### - **Қарқасты тотықтар**

##### **Кремнезем тобы**

Бұлардың ішінде тригондық сингониядағы  $\alpha$  — кварц өзгелерден басымырақ тараған. Кварц  $\text{SiO}_2$ , кристалдары призма пішінді, призма жақтарына көлденең жіңішке сызықшалар байқалады, друзалары жиі кездеседі. Кварцтың көпшілігі түссіз мөлдір, шыныдай жылтыр, сынған жері май жылтырлы, жымдастығы жоқ, сынымы бұдырлы, қаттылығы 7, тығыздығы  $2,65 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , пьезоэлектрлік қасиеті бар, ультракүлгін сәулелерді өткізеді. Өзіне ұқсас минералдардан кристалдарының пішіні жақтарына көлденең сызықшалары, қаттылығы, жылтыры бойынша ажыратылады. Кварцтың мынадай түрлері кездеседі. Мөлдір, түссіз, ірі кристалдары сутас (тау хрусталі), мөлдір күлгін түстісі аметист, мөлдір түтіндей сұр түсті раухтопаз, мөлдір сары түстісі цитрин, күңгірт қара түстісі морион, сарғыш немесе қоңыр Қызыл түстісі авантюрин, жасыл түстісі празем деп аталады.

Барлық магмалық интрузивтік және эффузивтік қышқылтау жыныстарында дала шпаттары, слюдалармен бірге кездеседі. Ірі кристалдары пегматиттер арасында дала шпаттары, мусковит, топаз, берилл, турмалинмен бірге ұшырасады. Гидротермалдық кендерде рудалардың желілік минералы түрінде касситерит, вольфрамит, алтын, молибденит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, турмалин, кальцит, хлорит минералдарымен қатар орналасады. Экзогендік процестерде халцедонға, метаморфтық процестерде яшмаға, мүйізтасқа ауысады.

Оптикалық прибор, әсемдік бұйымдар (әдемі түстілерінен), сағат тастарын жасауға, радиотехникада -(пьезокварц қалақшалары), ыстыққа, қышқылдар мен сілтілерге берік жасауға, шыны мен фарфор жасауға қолданылады.

Кендері Оралда, Байкал сыртында, Украинада, Алданда, Памирде, Кавказ сыртында табылды. Шет елдердегі кені Бразилияда, Уругвайда, Мадагаскарда орналасқан.

**Халцедон  $\text{SiO}_2$** , кварцтың жасырын кристаллы түрі жұмыр пішінді келеді. Әр түрлі минералдың түзілімдерді сорып алуына байланысты ақ, сұрғылт, сары, ақшыл, қызыл қоңыр, құба қоңыр, қызыл, жасыл, көгілдір, қара болып келеді. Дақ түсгіейді, жымдастығы жоқ, аморфтық тығыз масса түрінде болады, қаттылығы 7, тығыздығы  $2,5-2,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Мынадай түрлері бар. Тақталы жолақ түріндегісі агат, саз, опал, организм қалдықтары барлары (шақпақтас), алма тәрізді жасыл түстісі хризопраз, қызыл қоңыр түстісі сердолик деп аталады.

Эффузивтік магмалық жыныстарда кездеседі. Солардағы жарықшалар мен қуыстарды толтырады. Метаморфтық жыныстардың (яшма), шөгінді жыныстардың құрамында болады.

Кендері Шығыс Сібірдің, Кавказ сыртының эффузивтерінде, Үндістанда, Бразилияда, Кейбір ғылыми приборлар, көркемдік бұйымдарын жасауға қолданылады. Агат лабораториялық келі, дәл-дік аспаптарының айналмалы бөліктерінде қажалмайтын төсеніш жасауға пайдаланылады

#### - **Қабатты, тізбекті сұлы тотықтар**

Бұлардың құрамына қосымша гидроксил ионы (ОН) — су молекулалары кіреді. Минералдық агрегаттары, оолитті, конкрециялы, топырақ тәрізді ұнтақ болады. Қаттылығы, тығыздығы төмен келеді. Экзогендік процестер нәтижесінде түзіледі. Сулы тотықтар темір, марганец алюминит рудаларын құрайды.

Темірдің сулы тотықтары. Бұларға гетит тобының минералдары (гетит, гидрогетит, лимонит) жатады

#### **Гетит $\text{FeO}(\text{OH})$**

(неміс ақыны және табиғат зерттеушісі Гетенің есімі берілген). Мұны темірдің сулы тотығы, кейде қоңыр теміртас деп атайды. Судың мөлшеріне қарай турьит, гидрогетит деген түрлері болады. Ромбылық сингонияда кристалданады. Кристалдары кішкене пластинка, ине тәрізді келеді, топырақ тәрізді тығыз масса құрайды. Түсі қоңыр, сарғыш қоңыр, сызығының түсі қоңыр сары, металл немесе жібек жылтырлы, көбіне күңгірт, жымдастығы жетілген, қаттылығы 4,5-5,5, тығыздығы  $4,0-4,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Пирит, сидерит, магнетит сияқты темірлі минералдардың ыдырауынан түзіледі. Лимонитпен бірге шоғырланады

#### **Лимонит $\text{FeO}(\text{OH})n\text{H}_2\text{O}$ .**

Аты гректің леймон-сазды-батпақты жер деген сөзінен шыққан. Құрамында темірдің сулы тотықтары, кварцтың, саздың қоспалары болады. Сауыс, қабықша, топырақ тәрізді борпылдақ масса құрайды, оолиттер, конкрециялар түрінде кездеседі. Оолиттік массаларды

«бұршақ рудасы» деп атайды. Кейде пириттің, пішінін қайталап псевдоморфозалар түзеді. Түсі сары, қоңыр топырақ жылтырлы. Қаттылығы 1-ден (борпылдақ массаларда) 4-ке (тығыз түрлерінде) дейін өзгереді, тығыздығы  $3,9-4 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Лимонит сульфидтердің тотығу зонасындағы темір жосаны құрайтын басты минерал. Темірлі және басқа қосылыстарды, сидериттің тотығын ыдырауы нәтижесінде жиылады. Сонымен бірге батпақтардың және көлдердің түбінде темірлі ерітінділерден тұнады.

Гетит пен лимонит кендері Қазақстанда Лисаковск, Украинада Керчь, Оралда Бакал, Алапаев, Европада (Лотарингия, Люксембург) лимонитті темір рудаларының, ірі кендері бар.

Алюминийдің сулы тотықтары. Бұларға диаспор, гидрагиллит, бемит жатады.

#### **Диаспор $AlO(OH)$ .**

Ромбылық сингонияда кристалданады. Кристалдары сирек, түсі қоңыр, сұр, жымдастығы өте жетілген, ақық жылтырлы, қаттылығы 6,5-7, тығыздығы  $3,3-3,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Метаморфтық жыныстарда корундпен, бокситтерде бемит, гидрагиллит, кремнезем, темірдің сулы тотықтарымен бірге ұшырайды. Сондай-ақ ыстық, ылғалды климат жағдайында алюмосиликаттық жыныстардың ыдырауынан да түзіледі.

Кені Торғай бокситті өңірінде, Оралда орналасқан. Алюминий металы алынатын басты руда.

#### **Гидрагиллит $Al(OH)_3$ .**

Аты екі грек сөзінен құралған, гидро — су, аргиллос — ақ саз. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Кристалдары призма түрінде кездеседі, ұсақ түйірлі, тығыз, топырақ тәрізді масса құрайды. Түсі ақ, сұрша, жылтыры ақықтай, жымдастығы жетілген, қаттылығы 2,5—3,5, тығыздығы  $2,4 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Диаспорға ұқсас, бірақ одан гөрі жұмсақ. Экзогендік процестерден жаралады. Боксит құрамына кіреді.

#### **Бемит $Al(OH)$ .**

Ішкі құрылысы қабатты. Минералдың агрегаттары ұсақ қабыршақты, асболанда кобальт қоспасы болады. Экзогендік процестер нәтижесінде марганец минералдарының ыдырауынан түзіледі, пиролюзит, кальцит, барит, минералдарымен бірге кездеседі.

Кені Қазақстандағы Жезді, Қаражал, Грузиядағы Чиатура, Украинада Никополь. Пиролюзит және марганецтің басқа минералдарымен қатар ферромарганец қорытып алуға қолданылады.

#### **- Аморфты сулы тотықтар.**

#### **Опал (ақық) $SiO_2 \cdot nH_2O$ .**

Опал — грекше көздің жауын алады деген сез. Опал — кремнийдің сулы тотығы. Химиялық құрамы өте тұрақсыз. Құрамында аморфты кварц, тридимит және молекулалық суы бар. Молекулалық су мөлшері 0,4—28% арасында, кейде 34%-ке дейін жетеді. Түсі сұр, ақ, кейде әдемі, көкшіл, қызғылт түстері құбылып құлпырады, мұны опалосценция деп атайды, қаттылығы 5,5—6,5, тығыздығы  $1,9—2,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Асыл опал (ақық), гидрофан, гиалит деген түрлері болады. Салқын судағы кремнеземнің коллоид ерітінділерінен, силикаттардың ыдырауынан, микроорганизмдердің, тіршілік әрекетінен түзіледі.

Кені Волга бойында, Грузияда, Арменияда, Бразилияда, Исландияда, Австралияда орналасқан. Құрылыс материалы ретінде қолданылады. Кизельгур, трепел аталатын опалды жыныстар бар. Әуелгісі берік кірпіш жасау үшін қолданылады. Сонғысы металл бетін тегістейтін қайрақ (абразив) болып табылады. Диатомит жылу ұстағыш материал ретінде жұмсалады.

#### **Бақылау сұрақтары:**

1. Кристалдық флюорит қандай форма мен жарылу бағытына ие?
2. Флюорит қандай түске ие?
3. Галит сильвиндаң қандай қасиетімен ерекшеленеді?
4. Галиттің шығу тегі қандай?
5. Аталған минералдардың практикалық маңызы.
6. Кварцты суреттеңіз.
7. Тау хрусталі, аметист, морион дегеніміз не?
8. Кварцтің халцедоннан айырмашылығы неде?
9. кварцты қолдану және оның түрлері.

10. Корундтың қаттылығы қандай?
11. Корундтың қандай түрлері бар?
12. Боксит дегеніміз не?
13. Темірдің оксидін және гидроксидін атаңыз.
14. Геманиттің сипаттамалық қасиеті қандай?
15. Қызыл темір тас дегеніміз не?
16. Магнетит қандай ерекше қасиетке ие?
17. Магнетиттің кенорнын атаңыз. Олардың шығу тегі қандай?
18. Лимонит дегеніміз не? Лимониттің практикалық маңызы.
19. Магнетиттің, гематиттің, лимониттің, пиролюзиттің түрі қандай?
20. Пиролюзитті суреттеңіз.
21. Вольфрамиттің ерекше қасиеттері.
22. Касситериттің шығу тегі қандай және ол қандай минералдармен бірге кездеседі?
23. Қазақстанда, ТМД елдерінде, шет елдерде қалаңы кенінің басты кенорнын атаңыз.
24. Уранинитке не тән?

### № 8 сабақ.

**Тақырып:** Силикаттар.

**Жоспар:**

1. Силикаттар мен алюмосиликаттар
  - Оңашаланған құрылым.
  - Тізбекті құрылым.
  - Каркасты құрылым
  - Каркастылар
  - Қосымша аниондың оқшауланған силикаттар
  - Жеке және қос тетраэдрлі силикаттар
  - Оқашаланған (оқшауланған).
  - Тізбекті силикаттар.
  - Қос тізбекті (таспалы) силикаттар
  - Қабатты силикаттар.
  - Натриилі-кальцийлі дала шпаттары (плагиоклаздар)

### 1. Силикаттар мен алюмосиликаттар

Кремний тотығы араласқан минералдардың барлығы силикаттар деп аталады. Жер қыртысының 16 км. тереңдікке дейінгі бөлігінің 85%-ін силикаттар құрайды. Белгілі минералдардың үштен бірі силикаттарға жатады. Рентгендік әдістермен зерттеу нәтижелеріне қарағанда силикаттар құрамында  $[\text{SiO}_4]$  бөлшегі ерекше орын алады. Осы бөлшекте кремний ионы ортада болады да, оның айналасында төрт оттегі иондары төрт бұрышты тетраэдр формасында орналасады. Бұл тетраэдрде кремний мен оттегі (Si-O) иондарының ара қашықтығы тұрақты

1,62—1,66 Å-ге тең және байланысы басқа катиондардан гөрі әлдеқайда берік келеді, мұндағы оттегі иондарының ара қашықтығы (O - O) 2,65 Å-ге тең. Тетраэдр  $\text{SiO}_4$ -Ае кремний иондары  $\text{Si}^{4+}$  оттегі  $\text{O}^{2-}$  иондарымен коваленттік берік байланысады. Мұнда кремнийдің төрт оң заряды бар, әр оттектің екі теріс заряды, ал төрт оттектің жалпы теріс зарядінің саны сегіз болады. Төрт оң зарядпен төрт теріс заряд нейтрал күйге айналғанда төрт теріс заряд артық қалады. Сонда кремнийоттегі тетраэдрі төрт теріс зарядты анион  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  болып табылады. Осы анион барлық силикат атаулының негізгі құрылымдық бөлшегі болып табылады.

Комплексті анион  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  жеке бұрыштары арқылы түйісіп күрделі аниондық радикалдар түзеді.

Силикаттардың құрамына кіретін катиондар:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{F}^{3+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ .

Алюминий силикаттар құрамында екі түрлі орын алады: 1) алюминий кремнийді алмастырын  $[(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4]^{5-}$  түріндегі комплекстік анион түзеді.  $\text{Al}^{3+}$  ионы:  $\text{Si}^{4+}$  ионымен радикалға қатар еніп алюмосиликаттар құрайды, мысалы, ортоклаз  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ . Бірақ алюминий кремнийді түгелдей

емес оның төрттен бірін, немесе жартысын ғана алмастыра алады. Мысалы альбит  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , анортит  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , 2) алюминий силикаттарға катион түрінде де ене алады. Мысалы, топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4][\text{F},\text{OH}]_2$ , дистен  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$ . Кейбір минералдарда алюминий катион ретінде де, анион ретінде де қатысады. Мысалы мусковит  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ . Мұнда шаршы жақшаның алдындағы  $\text{Al}^{3+}$  катион, ал шаршы жақшаның  $\text{Al}$  кремниймен бірге алюминий-кремний-оттек анион құрастырған. Комплексті анионға кіргенде  $\text{Al}^{3+}$  анионный зарядын өзгертеді, бір алюминий ионы бір теріс заряд қосады. Мысалы альбит  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]_4$ . Силикаттардың құрамына қосымша аниондар  $(\text{OH})^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  және кристаллизациялық, цеолиттік, абсорбциялық су кіреді. Силикаттардың құрылымдық титтері  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  тетраэдрінің, жеке болуына және олардың бір-бірімен тіркесу сипаттарына байланысты болады.

#### **Онашаланған құрылым.**

Силикаттың құрылымдық бөлшегінде бір ғана жеке оқшауланған  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  тетраэдрі болады. Мысалы, циркон  $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ , оливин  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$ . Мұндағы төрт теріс зарядты циркон және магний, темір теңестіріп жүр. 2) қос тетраэдрлік құрылымда екі тетраэдр оттек ионың бірге пайдаланып оны нейтралдайды, қалған алты теріс заряд катион арқылы теңестіріледі, мысалына каламинді  $\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  атауға болады.

3) сақиналы онашаланған топта үш, төрт, алты тетраэдр оттек атомдарын бірге пайдаланып сақиналы топтар құрайды.

Алты мүшелі (алты тетраэдрлі) сақинаның радикалы  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  сипатта болады. Мысалына берилді келтіруге болады: берилл  $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ .

#### **Тізбекті құрылым.**

Жеке тізбекті, қос тізбекті болып ажыратылады. Жеке тізбекте әрбір тетраэдр қасындағы көршілес тетраэдрлерге екі бұрышы арқылы жалғасады. Мұндағы комплексті аниондары былай болады:  $n[\text{SiO}_3]^{2-}$ , мұндағы  $n$  үздіксіздікті көрсетеді. Катиондар осындай әрбір екі тізбектің арасынан орын алады. Анионның катион жалғасын сипаттау үшін комплекстік анион  $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$  түрігіде болады. Бұл құрылымның мысалы ретінде пироксендер тобына жататын диопсидті келтіруге болады, диопсид  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ .

Қос тізбекті құрылымда екі тізбек қатар жарыса қосақталады. Комплексті ионның сипаты  $[\text{S}_4\text{O}_{11}]^{6-}$  түрінде болады. Катиондар осы таспалар арасынан орын алады, ал екі таспаны қатарластыра алатын болсақ комплексті анион түрінде болады. Мысалы ретінде амфиболдар тобындағы тремолитті келтіруге болады, тремолит  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$ .

Қабатты құрылым тетраэдрлердің үздіксіз қабаттарынан құралады. Әрбір тетраэдрдің үш бұрышы көршілес тетраэдрдің бұрышымен жалғасып гексагондық жазық тор құрайды. Барлық тетраэдрдің бір-бірден бос зарядты бұрыштары болады. Олардың барлығы тордың бір жақ бетіне қарай бағытталады, сол оның актив беті болады. Катиондар осындай екі қабаттың арасын жалғастырады. Комплексті анионның сипаты  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$  түрінде болады. Құрылымның мысалына жымдастығы бір бағытта жақсы білінетін талькті  $\text{Mg}_3[\text{S}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ , мусковитті  $\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2$  келтіруге болады.

#### **Каркасты құрылым -**

тетраэдрдің үздіксіз каркасынан тұрады. Тетраэдрлердің барлық бұрышы өзара жалғасады да әрбір оттек екі тетраэдрге ортақ болады. Бұл құрылымда кремний ионның орнын алюминий ионы алады.

Кремнийдің зарядынан алюминийдің бір заряды кем болғандықтан  $[\text{Si}^{4+}, \text{Al}^{3+}]$  әрбір алюминий оттектің бір зарядын босатып отырады да сол арқылы катионға жалғасады. Комплексті анионның химиялық формуласы мынадай:  $[\text{Si}_n - \alpha\text{Al}_2\text{O}_{5n}]^a-$  мұндағы  $n$  көбінесе 4 болу керек (тетраэдр де 4 бұрышы бар), ал  $\alpha=0$  болғанда кәдімгі кварцтың формуласы алынады, кварцты қоспағандағы формуласы  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4$ . Мысалға альбит  $\text{Na}[\text{Si}_3\text{AlO}]_8$  — анортит  $\text{Ca}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_2]$  қатарын келтіруге болады. Жоғарыда айтылғандарды төмендегі кестеде қорытындылауға болады.

### Силикаттар құрылымының типтері

Құрылымдар	Si:O	Радикалдың формуласы	Радикал заряды	Минералдар
Оңашаланған жеке тетраэдр қос тетраэдр	1:4	[SiO <sub>4</sub> ]	-4	Оливин (MgFe) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]
Алып тетраэдр	2:7	[Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]	-12	Каламин Zn <sub>4</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ](OH)*H <sub>2</sub> O
Тізбекті	1:3	[Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	-4	Берилл Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]
таспалы	4:11	[Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ]	-4	Диопсид CaMg [Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]
Қабатты	2:5	[Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]		Тремалит Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ] (OH) <sub>2</sub>
Қаркасты		[Al <sub>x</sub> Si <sub>n-x</sub> O <sub>2n</sub> ] <sup>-</sup> <sub>x</sub>		Каолинат Al <sub>4</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ] (OH) <sub>8</sub> Ортаклаз K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]

Силикаттардың, олардың химиялық құрамы, физикалық, қасиеттері сыртқы пішінімен тығыз байланысты. Оңашаланған силикаттар (гранаттар тобы) жұмыр келеді, жымдастығы болмайды, қаттылығы жоғары (7—8) болады. Сақиналы силикаттар (берилл, турмалин) ұзынша, созылық келеді, жымдастығы болмайды, қаттылығы жоғары (7—8). Тізбекті силикаттар сүйір пішінді, жымдастығы бір бағытта жетілгені көрінеді (сподумен). Қабатты силикаттардағы қабаттар өзара нашар молекулалық байланыста болатындықтан, жымдастығы аса жетілген болады, қаттылығы төмен (1-1,5). Қаркасты силикаттарда орташа жетілген жымдастық байқалады (дала шпаттары), қаттылығы 5-6, тығыздығы төмен келеді.

Силикаттар магмалық жыныстарды (оливин, дала шпаттары, нефелин), пегматиттерді (микроклин, слюдалар, топаз, берилл), метаморфтық жыныстарды (дистен, гранат) құрайды. Силикаттар үгіліп ыдырауынан саз минералдары (каолинит, сулы слюдалар) жаралады.

#### - Қаркастылар

Оңашаланған силикаттар. Екіге ажыдатылады: а) оңашаланған жеке тетраэдрлерге оливин тобы, циркон, гранаттар тобы кіреді. б) қосымша анионда оңашаланған жеке тетраэдрлер топазды, дистен тобын (дистен, -андалузит), сфенді қамтиды. Төмендегі кестеде оңашаланған силикаттардың қасиеттері келтірілді.

#### Оңашаланған силикаттардың қасиеттерді

Минерал	Формуласы	түсі	Сызығының түсі	Жымдастығы	жылтыры	Қаттылығы	Тығыздығы (10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> )
Оливин	(Mg <sub>6</sub> Fe) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]	Сарғыш, жасыл	Ақ	Жоқ	Майдай	6,57	3,2-4,3
Циркон	Zr[SiO <sub>4</sub> ]	сарғыш, қоңыр, қызыл	Ақ	Орташа жетілген	Алмастай	7,8	4,7
Граниттар тобы							



Андрадит ]	$\text{Ca}_3\text{Al}_2$ $[\text{SiO}_4]_3$	Қоңыр	Ақ	Жоқ	Шыныдай		
Деминтоид	--->---	Жасыл	--->---	--->---	--->---		
Гроссуляр Альмандин	$\text{Ca}_3\text{Al}_2$ $[\text{SiO}_4]_3$ $\text{Fe}_3\text{Al}_2$ $[\text{SiO}_4]_3$	Сырғыш жасыл	--->---	--->---	--->---		3,5-4
Уваровит	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2$ $[\text{SiO}_4]_3$	Күлгін, қызыл				6,5-7	
Пироп	$\text{Mg}_3\text{Al}_2$ $[\text{SiO}_4]_3$	Жасыл қызыл					

### Оливин тобы.

#### Оливин (хризолит) $(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$ .

Шеткі мүшелері форстерит  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$  пен фаялит  $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$  болып келетін изоморфтық қатардың қоспасы.

Ромбылық сингонияда кристалданады. Кристалдары сирек, сеппелі түйіршікті масса түрінде кездеседі. Түсі сарғылт жасыл, қаттылығы 6,5-7, тығыздығы 3,3- 3,5-10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Мөлдір жасыл түстісі хризолит деп аталады. Түсі, жұмыр пішіні бойынша ажыратылады. Ультранегізді магмалық тау жыныстарын (дунит, перидетит) құраушы минерал, Гидротермальдық ерітінділер әсеріне шалынғанда серпентинге  $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ , талькке  $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  ауысады. Оливиннің үгілуінен кобальтке бай минералдар (ревдинскит, гарниерит), темірдің сулы тотықтары, опал түзіледі. Оливинге бай жыныстар Оралда, Карелияда кездеседі. Хризолит асыл тас ретінде зергерлік істе қолданылады. Оливин құрамында темір аз болса одан отқа төзімді кірпіш құйылады.

#### Циркон $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ .

Тетрагондық сингонияда кристалданады, кристалдары призма пішінді. Түсі сарғыш қоңыр, қоңырқай қызыл. Қаттылығы 7,5, тығыздығы 4,68-4,70-10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>, алмас жылтырлы, радиоактивті. Кристалдық жыныстарда, сілтілі жыныстарда, пегматиттерде корунд, сфен, апатит, нефелинмен бірге кездеседі. Қорымдарда жиналады.

Кені Оралда, Шри Ланкада, Бразилияда орналасқан. Цирконий мен гафний өндіріледі. Цирконий отқа тезімді бұйымдар, жоғары сапалы болат құюға, шыны және фарфор өндірісінде, эмаль ыдыстар жасауға қолданылады. Гафний рентген түтіктерінің электродтарын қаптау, радиотехникада, радиоэлектроникада қолданылады. Гиацинт асыл тас ретінде зергерлік істе пайдаланылады.

**Гранаттар тобы.** Жалпы формуласы  $\text{A}_3^{2+}\text{B}_2^{3+}[\text{SiO}_4]_3 = \text{A}^{2+} - \text{Ca, Fe, Mg, B}^{3+} - \text{Al, Fe, Cr}$ . Екіге ажыратылады: кальцийлі гранаттар, алюминийлі гранаттар. Кальцийлі гранаттарға гроссуляр  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ , андрадит  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ , уваровит  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$ , алюминийлі гранаттарға альмандин  $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ , пироп  $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$  жатады. Кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары ромбододекадр, тетрагонтриоктаэдр пішінді болады, агрегаттары түйірлі. Түсі қоңыр, сары, қызғылт. Кристалдарының пішіні, қаттылығы, тығыздығы бойынша ажыратылады. Пироп ультранегізді жыныстарда (кимберлиттерде), альмандин гнейстерде, слюдалы тақтатастарда дистен, слюдалармен бірге, андрадитпен гроссулар скарндарда кездеседі.

Кені Оралда, Карелияда, Орта Азияда орналасқан. Қоңыр, қара қоңыр, сары түрлерінен металл, тас, ағаш өңдейтін абразивтер (шарық қайрақ, түрпі қағаз) дайындайды. Мөлдір қызыл, гранаттар (пироп, демантоид) зергерлік істе қолданылады. Қолдан жасалған гранаттар лазерлік техникада қолданылады.

## **Қосымша аниондың оқшауланған силикаттар**

### **Топаз $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$ .**

Ромбылық сингонияда кристалланады. Кристалдары призма, дипирамида пішінді келеді, әдемі друзалар, түйірлі тығыз масса құрайды. Түсі көгілдір, алқызыл және сары, кейде түссіз, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген, қаттылығы 8, тығыздығы  $3,5 - 103 \text{ кг/м}^3$ . Призманың ұзын бағытындағы жіңішке сызықшалары, жымдастығы, қаттылығы бойынша ажыратылады. Пегматиттерде кварц, дала шпаттары, слюдалармен қатар, грейзендерде берилл — аквамарин, флюорит, касситеритпен бірге ұшырайды.

Кені Оралда, Қазақстанда, Байқал сыртында, Бразилияда орналасқан. Абразивтік бұйымдар, кейбір дәл аспаптардың бөлшектерін жасау үшін, әдемі мәлдір түрі зергерлік істе қолданылады.

### **Сфен (титанит) $Ca Ti[SiO_4]O$**

Құрамында итрий, церий қоспалары болады. Моноклиндік сингонияда кристалланады. Кристалдары жапырақша іспетті болады. Түсі алтындай сары, қоңыр, қызыл, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген, қаттылығы 5-6,5, тығыздығы  $3,3—3,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Кристалдарының пішіні, жылтыры бойынша ажыратылады. Сілтілі интрузияларда, пегматиттерде ильменит, циркон, апатит, дала шпаттарымен бірге кездеседі.

Кені Оралда (Ильмень таулары), Кола түбегінде (Хибин), Байқал сыртында (Слюдянка) орналасқан.

**Дистен тобы.** Бұл топ дистен мен андалузитті қамтиды:

### **Дистен (кианит) $Al_2[SiO_4]O$ .**

Дистен грекше қос кедергілі деген сөз. Триклиндік сингонияда кристалланады. Кристалдары ұзын қалақша пішінді. Түсі көк жасыл, сұр, шыныдай жылтыр, қаттылығы анизотропты, тығыздығы  $3,5-3,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Кристалдарының пішіні, түсі анизотроптық қаттылығы бойынша ажыратылады. Кристалдық тақтатастарда гранат, слюдалар, корунд, андалузитпен бірге кездеседі.

Кені Кола түбегінің, Карелияның, Оралдың кристалдық тақтатастарында. Отқа және қышқылға төзімді бұйымдар жасалады. Әдемі, мәлдір турлері зергерлік істе қолданылады.

### **Андалузит $Al_2[SiO_4]O$**

Ромбылық сингонияда кристалланады. Кристалдары призма іспетті, көлденең қимасы квадрат түрінде келеді. Түсі сұр, қызғылт, шыныдай жылтыр, қаттылығы 7-7,5, тығыздығы  $3,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Көлденең қимасы, пішіні, қаттылығы бойынша ажыратылады. Метасоматоз әсерінен туынды кварциттерге айналған жыныстарда корунд, гематит, слюдалармен бірге кездеседі, Ірі кеніне Қазақстандағы Семізбұғы жатады. Отқа, қышқылға төзімді бұйымдар, фарфор жасау үшін өңделеді.

## **Жеке және қос тетраэдрлі силикаттар**

### **Эпидот $Ca_2(Al, Fe)_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$ .**

Моноклиндік сингонияда кристалланады. Кристалдары призма тәрізді, жақтарында тік сызықшалар байқалады, талшықты агрегаттар құрайды. Түсі сарғыш-жасыл, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген. Қаттылығы 6,5, тығыздығы  $3,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Кристалдарының пішіні, түсі, жымдастығы бойынша ажыратылады. Жасыл тақтатастарда, магмалық негізді эффузивтік жыныстарда хлориттер және амфиболдармен бірге кездеседі. Табиғатта кең тараған минерал. Мәлдір түрлерін зергерлік істе қолданады.

**Цоизит.** Химиялық формуласы эпидот формуласына ұқсас, тек құрамында темір жоқ. Ромбылық сингонияда кристалланады. Метаморфтық жыныстарды құрастырушы минерал. Негізді плагиоклаздар мен дала шпаттарына гидротермальдық ерітінділер әсер еткенде түзіледі.

## **- Оқашаланған (оқшауланған).**

### **Сақиналы силикаттар.**

#### **Берилл $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ .**

Алты кремний оттектетраэдрі бірігіп сақина түзген, сақина сипаты  $[Si_6O_{13}]^{+2}$ . Сақиналарды  $Al^{3+}$  және  $Be^{2+}$  иондары берік қосады. Баған призма тәрізді кристалдарының, келденең қимасы алтыбұрыш түрінде болады. Гексагондық сингонияда кристалданады. Түсі көкшіл, сары, жасыл, ашық жасыл, қызғылт, шыныдай жылтыр, жымдастығы жоқ, қаттылығы 7,5-8, тығыздығы  $2,65-2,90 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Кристалдарының пішіні, келденең қимасы, түсі, қаттылығы бойынша ажыратылады. Түстеріне қарай берилл мынадай түрлерге бөлінеді: изумруд-ашық жасыл түсті, аквамарин — мөлдір, көкшіл, көгілдір, воробьевит — алқызыл, гелиодор — мөлдір сары. Граниттік пегматиттерде, грейзендерде мусковит, дала шпаттары, турмалин, топазбен, гидротермаль желілерде топаз, касситерит, молибденитпен бірге кездеседі.

Кендері Оралда, Алтайда, АҚШ-та, Колумбияда, Оңтүстік Африкада. Бериллий металының басты рудасы Бериллий, магний, алюминий үшеуінен жеңіл қорытпа құяды. Изумруд пен аквамаринді зергерлік істе қолданады.

#### **Турмалин $Na (Mg, Fe, Mn, Zr, Al)_3 Al_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}] (OH, F)_4$**

- құрамы өте күрделі борастоиликат. Тригондық сингонияда кристалданады, кристалдары баған, призма тәрізді, келденең қимасы сфералық үшбұрыш түрінде жақтарында тік сызықшалар байқалады. Түсі қоңыр сұр, жасыл, қара түстісі шерл, қызыл түстісі Рубеллит, бір кристалы бірнеше түсті болса, оны полихромды кристал деп атайды, жылтыры шыныдай, жымдастығы жоқ, қаттылығы 7,5, тығыздығы  $2,9-3,25 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, пьезоэлектрлік қасиеті бар. Сфералық үшбұрышты келденең қимасы, жақтарындағы тік сызықшалары, қаттылығы бойынша ажыратылады. Пегматиттерде кварц, мусковит, дала шпаттары, биотитпен, грейзендерде топаз, касситеритпен бірге кездеседі. Кені Қазақстанда, Оралда, Байкал сыртында, Шри Ланкада, Мадагаскарда орналасқан. Ірі, таза, мөлдір, ақаусыз кристалдары радио техникада, оптикада қолданылады.

## **- Тізбекті силикаттар.**

### **Жеке тізбекті силикаттар**

#### **Пироксендер тобы.**

Құрамында үздіксіз тізбектерге тізілген аниондық радикалдар  $[SiO_3]^{2-}$  немесе  $[SiO_6]^{4-}$   $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Zr^{4+}$   $Na^+$  катиондарымен құрылым түзеді. Құрылымға сәйкес пироксендердің жымдастығы екі бағытта ( $87^\circ$  және  $93^\circ$  бұрыштарымен) орташа жетілген. Пироксендердің түстері сұр, ақ шыныдай жылтыр, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы  $3,1-3,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Көп тараған магмалық тау жыныстарын құраушы минералдар. Сподумен литий рудасы ретінде пайдаланылады. Пироксендер жалған ромбылық, моноклиндік, триклиндік болып ажыратылады. Жалған ромбылық, пироксендер. Бұлар шеткі мүшелері экстатит  $Mg_2[Si_2O_6]$  гиперстен  $Fe_2[Si_2O_6]$ -болып келетін изоморфтық қатар құрайды. Негізді, ультранегізді тау жыныстарын құрайды, оливин, негізді плагиоклаздар, магнетитпен бірге кездеседі.

*Моноклиндік пироксендер.* Бұларды шеткі мүшелері диопсид  $Ca Mg[Si_2O_6]$  геденбергит  $Ca Fe[Si_2O_6]$  болып табылатын изоморфтық қатар түзеді. Геденбергит айқын призмалық кристалдарда радиалдық сәулелі агрегаттарда ұшырайды. Шеелитті скарндарда, граниттер мен гранодиориттердің избестаспен жапсарласу орындарында шоғырланады.

#### **Эгирин $NaFe[Si_2O_6]$**

- призмаға, инеге ұқсас, радиустік сәуле, талшықты агрегаттар түрінде болады. Түсі қара, жасыл қара, сызығының түсі жасыл. Нефелинді сиениттердің, лейциттердің, пегматиттердің құрамына кіреді. Нефелин, альбит, сілтілі амфибол, апатитпен бірге ұшырайды.

#### **Сподумен $ZrAl[Si_2O_6]$ .**

Кристалдары призма тәрізді болады. Түсі сұр, жымдастығы аса жетілген, қаттылығы 6-7, тығыздығы  $3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Кристалдарының пішіні қаттылығы бойынша ажыратылады. Пегматиттерде альбит, қызыл турмалинмен (рубеллит), литий слюдасымен бірге кездеседі.

Кені Қазақстанда, Шығыс Сібірде, АҚШ-та. Литий рудасы ретінде өңделеді. Литий термоядерлік реакцияларда, атом, ракета өндірісінде, фотографияда пиротехникада қолданылады.

### Авгит Ca (Mg, Fe, Ti, Al) [(Si, Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

- құрамы күрделі алюмосиликат, тығыз, түйірлі агрегаттар құрайды. Түсі қара, жасыл қара, сыртқы құрылысы қабатты, так-татас сияқты түрін диаллаг деп атайды. Негізді интрузивтік, эффузивтік жыныстарда, туфтарда, вулкан күлдерінде ұшырайды.

*Триклиндік пироксендер (пироксеноидтер).*

### Волластинит Ca<sub>3</sub>[Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>].

Минералға ағылшын ғалымы В. Волластонның есімі берілген. Кристалдары призма іспетті, агрегаттары сәулелі түзілімдер түрінде болады. Жымдастығы бір бағытта жетілген, түсі ақ, шыныдай жылтыр қаттылығы 4,5-5,5, тығыздығы 2,9\*10<sup>3</sup>кг/м<sup>3</sup>. Түсі кристалдарының пішіні, люминесценцияның сары түсін беретіндігі арқылы ажыратылады. Метаморфтық жыныстарда, қышқыл интрузиялардың ізбестастармен жапсарында шоғырланады.

Кені Оралда, Орта Азияда. Керамика ендірісінде, колданылады.

### - Қос тізбекті (таспалы) силикаттар

Бұл құрылым амфиболдарға тән келеді. Амфиболдардың құрылымы да пироксендер құрылымына ұқсас, бірақ амфиболдар құрылымына қосымша (OH)<sup>-</sup>, F<sup>-</sup> аниондары кіреді. Қос тізбекті-таспалы анион радикалдары [Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sup>6-</sup>Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup> катиондарымен байланысады. Амфиболдар пішіні призма тәрізді, ұзынша кристалдар құрайды. 124°-қа сәйкесетін жетілген жымдастық түзеді.

*Амфиболдар тобы.* Моноклиндік сингонияда кристалданады. Кристалдары қылтанақ, ине түрінде болады. Жымдастықтары екі бағытта анық байқалады, жымдастық бағыттарының арасындағы бұрыш 124°, ал пироксендерде (авгит) бұл бұрыш 87—88°-қа тең. Бұл топ мүшелерінің физикалық қасиеттері бір-біріне сәйкес, тек құрамындағы темір мөлшеріне қарай түстері өзгеріп отырады. Мысалы, тремолит ақ сұр түсті, ал қоңыр амфибол қара болады. Ине, призма секілді ұзынша кристалдары талшықты, сәулелі агрегаттар құрайды, жылтыры шыныдай, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы 3,0-3,3.

**Тремолит Ca<sub>2</sub>Mg<sub>5</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>**, түсі ақ, сұр.

**Актинолит Ca<sub>2</sub>(FeMg)<sub>5</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>.** Екеуі де изоморфтық қатардың шеткі мүшелері. Жінішке талшықты тремолит-асбест, актинолит-асбест түріндегі агрегаттар құрайды. Агрегаттары тығыз ақ-жасыл түсті, шала мөлдір түрі нефрит деп аталады.

Кристалдық тақтатастардан, скарндардан орын алады. Нефрит серпентиниттер мен габброидтардың, жапсарында кездеседі.

Кені Оралда, Шығыс Саянда (Ботогол, Улан-Ходинск), Қытайда. Химия өнеркәсібінде колданылады. Актинолит-асбестер өнеркәсіптің көптеген салаларында колданылады. Нефрит - бағалы әшекей тас, зергерлік істе колданылады.

**Қоңыр амфибол Ca<sub>2</sub>Na(Mg, Fe)<sub>4</sub>(Al, Fe) [(Si, Al)<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub> (OH, F)<sub>2</sub>** құрамы күрделі алюмосиликат. Кристалдары призма тәрізді, талшықты, сеппелі масса түрінде кездеседі. Түсі қара, қара жасыл, жымдастығы жетілген. Қаттылығы 5,5, меншікті салмағы 3-3,5\*10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Көп тараған минерал, орта, қышқыл, сілті құрамы магмалық жыныстарды, гнейстерді, амфиболиттерді түзуші басты минерал болып табылады. Гидротермальдық. ерітінділерден өзгерістерге шалынған түрі уралит деп аталады.

### - Қабатты силикаттар.

Кремний-оттек тетраэдрлері [SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup> үш оттегі ионы мен түйісіп құрған қабаттардың [Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>]<sup>2-</sup> екеуі активті беттерімен жуысып [Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>]<sup>4-</sup> түріндегі бет (пакет) құрайды. Катиондар осы беттің арасынан орын алады. Кейде радикалдағы кремний иондарының төрттен бірін немесе жартысын алюминий ауыстырады, сонда [AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>]<sup>5-</sup> және [Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>]<sup>6-</sup> радикалдары пайда болады да алюмосиликаттардың түзілуіне мүмкіндік береді (слюдалар тобы). Радикалдағы қосымша аниондардып (OH)<sup>-</sup>, F<sup>-</sup> заряды қосымша K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> иондарының зарядымен теңеседі (сулы слюдалар). Алюмосиликаттардың құрамында екі түрлі қабат болады: біреуі, кремний-оттекті немесе кремний-алюминий-оттекті тетраэдрлік қабат, екіншісі октаэдрлік қабатта катиондармен бірге қосымша OH<sup>-</sup>, F<sup>-</sup> аниондары болады. Осындай екі түрлі қабаттың орналасуына байланысты екі қабатты силикаттарда бір тетраэдрлік, бір октаэдрлік қабаттан құралады (серпентин). Үш қабатты

силикаттарда екі тетраэдрлік қабат ортасынан бір октаэдрлік қабат орын алады (талық). Төрт қабатты силикаттарда екі немесе үш октаэдрлік қабат екі немесе бір тетраэдрлік қабаттан ұштасады, Бұлардан басқа күрделі аралас қабатты, ретсіз қабатты силикаттардан да болады.

**Екі қабатты (бетті) силикаттар. Каолинит  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ .** Аты Қытайдың Каолин (Каулинг) биік тау деген сөзінен шыққан. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Топырақ тәрізді тығыз ұнтақты, қабыршақты масса түрінде кездеседі. Түсі ақ, ақ сұр, жылтыры ақықтай, құлпырмалы, жымдастығы аса жетілген, қаттылығы 1-2,5, тығыздығы  $2,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Жұмсақтығы, қолға жұғуы, тілге жабысатыны бойынша ажыратылады. Өте кен, тараған минерал. Саздардың басым бөлігі осы каолиниттен тұрады. Қышқылды, сілтілі магмалық жыныстардың, бірсыпыра метаморфтық жыныстардың үгіліп, құрамды бөліктеріне ажырауынан пайда болады.

Кені Украинада, Оралда, Шығыс Сібірде, Қытайда, Англияда, Чехословакияда, фарфор, фаянс, керамика бұйымдарын жасайтын негізгі шикізат. Қағаз, резина, линолеум, бояу, отқа төзімді бұйымдар жасауға да қолданылады.

**Серпентин тобы. Серпентин  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ ,** жылантас, сырт көрінісі шұбар жылан түстес, бұраң болып келеді. Моноклиндік сингонияда кристалданады, тығыз касса түрінде ұшырайды. Түсі сұр жасыл, қанық жасыл, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген, қаттылығы 2,5-3, тығыздығы  $2,5-2,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ақ, сарғыш түсті, жылтыры жібектей, нәзік талшықтарға аса жетілген жымдастығы бойынша оңай ажырайтын түрі хризотил-асбест деп аталады. Бұдан серпентиннің никельге бай жасырын кристаллы ақшыл көк ревдинскит, гарниерит аталатын түрлері де бар. Ультранегізді магмалық жыныстар құрамындағы оливин мен пироксеннің метаморфизмге және гидротермальдық ерітінділер әрекетіне шалынуынан түзіледі. Сондай доломиттерге кремний қышқылды гидротермальдық ерітінділердің әсер етуінен жаралады. Хромиттің, магнетиттің, тальктің, асбестің, никельдің рудалары серпентинмен байланысты. Кені Оралда (Баженов, Аланаев), Тувада. Серпентин құрылыста беттеме тас ретінде хризотил-асбест отқа төзімді бұйымдар жасауға, ревденскит пен гарниерит никель рудасы ретінде пайдаланылады.

**Үш қабатты силикаттар мен алюмосиликаттар. Тальк  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ .** Екі тетраэдрлік қабат ортасындағы аниондық қосылыс  $Mg(OH)_2$  арқылы октаэдрлік қабатпен берік байланысып үш қабатты бет құрайды. Беттер бір-бірімен босаң ван-дер-ваальстық байланыста болады.

Тальктің жымдастығының кең жетілгендігі осыған байланысты. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Түсі ақ, ақшыл жасыл, сұр жасыл, жұқа қабыршақтары мөлдір. Жылтыры құбылмалы, шыны тәрізді, тығыз түрлері күңгірт. Қаттылығы - 1, қолға майдай жұғады, тығыздығы  $2,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Қышқылдарға, отқа төзімді балқу температурасы 1400°C. Түсі мен жұмсақтығы бойынша ажыратылады. Су мен көмір қышқылының, гидротермальдық ерітінділердігі, магнийлі жыныстарға (перидотиттерге, пироксениттерге) әсер етуінің нәтижесінде түзіледі. Серпентин, актинолит, хлорит, магнетитпен бірге кездеседі.

Кені Оралда, Канадада, Қытайда, Ауғанстанда. Отқа, қышқылға төзімді бұйымдар жасауға, электротехникада, подшипниктер майлағышын жасауда, косметикада, қағаз бен резина бұйымдарының толтырмасы ретінде қолданылады.

**Слюдадар тобы.** Кристалдың құрылымындағы  $[AlSi_3O_{10}]^{5-}$  радикалына  $Al^{3+}$  кіріп оған бір артық теріс заряд қосады. Бұл зарядты үш қабатты екі бет (пакет) арасында орналасқан  $K^+$  нейтралдап беттерді берік қосады. Сондықтан слюдалардың қаттылығы 2,5—3 (талықтан жоғары), тығыздығы  $3-10^3$  кг/м<sup>3</sup>-тей. Жымдастығы беттердің қосылу бағытымен сәйкес өте жетілген, сол бағытта қабыршақтарға бөлінеді, бірақ сынбайды. Майысқақ келеді. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Ірі және ұсақ қабыршақты агрегаттар түзеді.

**Мусковит  $KA_1_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ .** Моноклиндік сингонияда кристалданады. Түсі сарғыш, ақ сұр, ақық жылтырлы, ұсақ қабыршақты түрі серицит, құрамында хром бар жасыл түрі фуксит деп аталады. Таза мусковит электр тоғын өткізбейді. Ақшыл түсі, жымдастығының аса жетілгендігімен ажыратылады. Граниттер мен тақтатастарда тау жыныстарын түзуші минерал. Ірі кристалдары пегматиттерде болады. Гидротермальдық желілердің айналасында өзгеріп ұсақ мусковитпен баю серициттену деп аталады, ол кейбір кендерді іздеу белгісі болып табылады. Ультранегізді жыныстардың гидротермальдық ерітінділер әсерінен өзгеріп құрамында фуксит бар жасыл түсті жыныстарға айналуы листвениттер деп аталады.

Кені Шығыс Сібірде (Мама кені), Карелияда (Энси кені), Шығыс Саянда (Бирюсинск кені), Үндістанда. Жоғары диэлектриктік қасиеттеріне байланысты радио-техникада, электротехникада түрлі приборлар жасау үшін отқа тезімді бұйымдар шығару үшін қолданылады. Металлургия пештерінде отқа тезімді «терезе» ретінде мусковит қолданылады.

**Биотит  $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$ . Флогопит  $K Mg_3[AlSi_3O_{10}](F, OH)_2$**  изоморфтық қатардың шеткі мүшелері. Биотит ең көп тараған слюда, түсі қара, қарақоңыр. Қышқыл жыныстарда, гнейстерде, кристалдық тақтатастарда, пегматиттерде басты минерал.

Флогопит ірі кристалдар түрінде кездеседі, түсі қоңыр, қасиеттері мусковитке ұқсаған, Моноклиндік сингонияда кристалданады. Қаттылығы 2,5-3, тығыздығы  $2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Мусковиттен мөлдірлігі, өте ашық түсі, жұқа жапырақшаларының, нашар серпімділігі бойынша ажыратылады. Скарндарда, жапсарлық пегматиттерде кальцит, апатитпен бірге кездеседі.

Кені Байкал сыртында (Слюдянка), Алданда, Шығыс Азияда, Канадада орналасқан. Радиотехника мен электротехникада түрлі приборлардың бөлшектері жасалады.

**Лепидолит  $K, Zl_{1,5}Al_{1,5}[AlSi_3O_{10}](OH)_2$** , қабыршақты жұмырша, түсі ақшыл күлгін, күлгін, жылтыры ақықтай құлпырмалы. Моноклиндік сингонияда кристалданады, қаттылығы 2,5-4, тығыздығы  $2,8-2,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Пегматиттерде грейзендерде альбит, сподумен, қызыл турмалинмен бірге кездеседі.

Кені Қазақстанда, Оралда, Байкал сыртында орналасқан. Литий рудасы болып саналады.

**Үш қабатты сулы алюмосиликаттар.** Сулы слюдалар тобы. Ішкі құрылысы слюдаларға ұқсас, тек құрамындағы қосымша катион  $K^+$  оксоний  $(H_3O)^+$  мен изоморфты алмасады. Құрамы күрделі, тұрақсыз, беттер (пакеттер) арасына молекулалық су орналасады. Моноклиндік сингонияда кристалданады, кристалдары ұсақ қабыршақ тәрізді, жылтыры майдай, қаттылығы 1,5, тығыздығы  $2,2-2,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Экзогендік процестерден мусковит, биотит, дала шпаттарының үгіліп ыдырауынан түзіледі. Дала шпаттары алдымен каолинитке, кейін сулы слюдаларға ауысады.

**Вермикулит  $(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+})_3[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$ .**

Кені Оралда (Вишневая тауы), Карелияда (Ковдар), Қазақстанда (Құлантау кені).

**Глауконит  $(K, H_3O)(Al, Fe_2, Mg, Fe^{2+})_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 nH_2O$ .** Түсі сұр-жасыл, қаттылығы 2-3, тығыздығы  $2,2-2,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Құмдар мен саздар құрамында болады. Теңіз тұнбаларынан, ұсақ жәндіктердің қалдықтарынан жиылады. Кені Волга бойында орналасқан. Суды жұмсарту (неопермутит дайындалады), жасыл бояу өндіру, калийлі тыңайтқыш алу үшін қолданылады.

**Гидромусковит (иллит)  $(K, H_3O) Al_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 4H_2O$ .**

Отқа төзімді саздардың және басқа шөгінділердің құрамына кіреді.

**Монтмориллонит  $(Al, Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 4H_2O$ .** Босаң, байланысқан беттер (пакеттер) арасынан абсорбциялық судың молекулалары орын алады. Сулы ортада суды жұтып көлемін өсіреді. Әр түрлі сұйық заттарда, нәзік түйірлі қоспаларды жұтып катиондарды алмастырады. Түсі ақ-сұр, қызғылт, жылтыры күңгірт, қаттылығы 1,5-2,5, тығыздығы  $2,2-2,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Бентонит саздарын құрайды. Кендері Грузияда, Қырымда, Маңқыстауда орналасқан. Көптеген өндіріс саласында қолданылады. Суды, майларды, қант шырынын, жеміс шырындарын, шарапты т. б. Тазарту жүн, теріні тазарту үшін қолданылады. Бұрғылау сұйықтығының құрамына енгізіледі, скважина қабырғаларының жарықтарын бекітеді. Монтмориллониттің бірнеше түрі бар.

**Нантронит  $(Fe, Al)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 4H_2O$ .** Түсі сұржасыл, жасыл қоңыр, жылтыры күңгірт, қаттылығы 2-2,5, тығыздығы  $1,7-1,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, борпылдақ масса түрінде кездеседі. Ультранегізді жыныстардың үгіліп ыдырауынан түзіледі. Кендері Батыс Қазақстанда орналасқан (Бүркіттау, Буранов, Чугуев т. б.). Никель алу үшін өңделеді.

**Хризакола  $Cu_4(Si_4O_{11})(OH)_2 4H_2O$ .** Монтмориллониттің мысқа бай түрі, борпылдақ масса түрінде кездеседі. Түсі кегілдір, жасыл көк, шыныдай жылтыр, қаттылығы 2-4, тығыздығы  $2-2,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Мыс кендерінің тотығу зонасында малахит, изурит, купритпен бірге кездеседі. Мыс рудасы, өзге тотыққан минералдармен бірге өңделеді. Мыс кендерін іздеу белгісі болып табылады. Төрт қабатты алюмосиликаттар.

**Хлориттер тобы.** Магний мен темірдің құрамы күрделі, тұрақсыз, көп тараған алюмосиликаттары. Кристалдық құрылымында үш қабатты беттердің арасына төртінші октаэдрлік  $Mg(OH)_2$  қабаты қосылады. Моноклиндік сингонияда кристалданады, пішіні

слюдаларға ұқсас, қабыршақты масса құрайды. Түсі сұр-жасыл, қошқыл жасыл, жымдастығы жетілген. Жалпы химиялық формуласы  $(Mg, Fe)_6 [AlSi_3O_{10}] (OH)_8$ . Құрамында магний басым болса ортохлориттер, темір басым болса лептохлориттер деп аталады, Ортохлориттерге пеннин, клинохлор, хлоритті тақтатастарды құрастырушы кеп тараған минералдар. Биотит, қоңыр амфибол гидротермальдық ерітінділер әсерінен хлориттерге ауысады. Бұл процесс хлориттену деп аталады. Лептохлориттерге түстері қоңыр, жасыл келетін шамозит пентюрингит жатады. Бұлар сидеритпен  $Fe[CO_3]$  бірге кездеседі. Метаморфтық жыныстарда ұшырайды.

Кендері Қазақстанда (Қаражал), Францияда, ФРГ-де орналасқан. Лептохлориттер темір рудасы болып табылады, ауысқанда оттегі-кремний-алюминий тетраэдрі пайда болады. Гаджалдың теріс зарядін К, Na, Ca, кейде Ba катнондары бейтараптайды. Бұлар каркастың ірі қуыстарын толтырады.  $Cl^-$ ,  $[CO_3]^{2-}$ ,  $[SO_4]^{2-}$  түріндегі қосымша аниондар және су молекулалары да осы қуыстардан орын алады.

**Дала шпаттары тобы.** Дала шпаттары құрамына  $K[AlSi_3O_8]$ ,  $Na[AlSi_3O_8]$ ,  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  мүшелері кіреді. Құрамында  $K[AlSi_3O_8]$  басым болса калийлі-натрийлі дала шпаттары  $Na[AlSi_3O_8]$  -  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  изоморфты қатарынан құралғандары натрийлі-кальцийлі дала шпаттары немесе плагиоклаздар деп аталады. Калийлі-натрийлі дала шпаттарының  $(K, Na)[AlSi_3O_8]$  үш полиморфтық түрі бар. Олар: 1) моноклиндік сингонияда кристалданатын  $900^\circ C$ -тан жоғары температурада тұрақты болатын санидин. Оның кристалдық құрылымында  $[SiO_4]^{4-}$  тетраэдрлері ретсіз орналасқан. 2) моноклиндік сингонияда кристалданатын  $900^\circ C$ -тан төменгі температурада тұрақты болатын ортоклаздық кристалдың құрылымында  $[SiO_4]^{4-}$  тетраэдрі біршама ретті орналасқан, 3) триклиндік сингонияда кристалданатын микроклиннің кристалдық құрылымындағы  $[SiO_4]^{4-}$  тетраэдрлері толықтай реттеле орналасқан.

Калийлі-натрийлі дала шпаттарының кристалдары жай, күрделі, беттеспелі қоспақтар, друзалар түрінде кездеседі. Көбінесе айқын түйірлі масса түріндегі агрегаттар құрайды. Екі бағытта жетілген жымдастықтар арасындағы бұрыш санидин мен ортоклазда  $90^\circ$ , микроклинде  $89^\circ 30'$ , қаттылығы 6,0-6,5, тығыздығы  $2,55- 2,60 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Мынадай түрлері бар: адуляр - мөлдір ортоклаз, айтас - көгілдір, ақиқты құлпыратын адуляф, амазонит - жасыл түсті микроклин.  $K[AlSi_3O_8]$  -  $Na[AlSi_3O_8]$  түріндегі изоморфты қатар ыдырағанда пертит пайда болады. Призма іспетті кристалдары, қаттылығы, жымдастықтың тік бұрышы арқылы ажыратылады. Қышқыл, орташа қышқыл, сілтілі магмалық тау жыныстарын, пегматиттерді, гнейстерді, кристалдық тақтатастарды құрайды, Кені Қазақстанда, Оралда, Байқал сыртында, шет елдерде АҚШ-та, Канадада, Мадагаскарда пегматит, амазонит кендері орналасқан. Пегматиттік, калийлі-натрийлі дала шпаттары шыны, керамика өндірісінде қолданылады. Амазоний - құрылыста беттеме тас ретінде, безендіру мақсаттарында іске жаратылады. Айтас зергерлік істе қолданылады.

#### **- Натрийлі-кальцийлі дала шпаттары (плагиоклаздар)**

Шеткі мүшелері анортит  $Ca [Al_2Si_2O_8]$  қысқаша An және альбит  $Na[AlSi_3O_8]$  қысқаша Ab изоморфтық қатар құрайтын қосылыстар болып табылады. Бұлардың құрылымының толық теңбе-теңдігі және  $Al^{3+}$ -тің  $Si^{4+}$ -ке ауысқанда,  $Ca^{2+}$ -нің  $Na^+$ -ге оңай ауысу мүмкіншілігі изоморфтық қосылыстардың үздіксіз қатарының түзілуін тудырады. Екі минерал арасындағы гетероваденттік изоморфизм схемасы мынадай:  $Na^+ + Si^{4+} \rightarrow Ca^{2+} + Al^{3+}$ . Әдетте плагиоклаздың құрамы анортиттің проценттік мөлшеріне қарай тиісті нөмірмен белгіленеді. Мысалы, 60% An (анортит) және 40% Ab (альбит) құрамының плагиоклазы № 60 болып белгіленеді. Осыған сәйкес плагиоклаздар қатарының нөмірі мынадай болады.

Альбит N—10 (анортит мөлшері — 0—10%)

Олигоклаз N 10—30 ( —»— Ю—30%)

Андезин N 31—50 ( —»— 51—70%)

Битовни 71—90 ( —»— 71—90%)

Анортит 91 — 100 ( —»— 91 — 100%)

Альбит пен олигоклаз қышқыл, андезин мен лабродор орта, битовнит пен анортит негізді плагиоклаздар болып саналады. Осы жіктелулеріне қарай олар қышқыл, орта, негізді және ультранегізді жыныстар құрамында болады. Плагиоклаздар триклиндік сингонияда кристалданады. Әртүрлі беттескен қоспақтар құрайды. Плагиоклаздың бір түрінен құралған

жыныстар кездеседі, оларға альбититтер, анортититтер, лабрадориттер жатады. Альбиттің түсі ақ, басқаларының түсі ақ сұр, лабрадордың түсі көкшіл, құлпырмалы келеді. Плагиоклаздардың жылтыры шыныдай, жымдастығы екі бағытта жетілген, жымдастықтар бағытының арасындағы бұрыш  $70^\circ$ -қа тең. Қаттылығы 6-6,5, тығыздығы  $2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  (альбиттікі) —  $2,76$  (анортиттікі)  $10^3 \text{ кг/м}^3$ . Әр түрлі магмалық, метаморфтық жыныстарды, гнейстерді құрайды. Кендері Украинада (Волынь, Турчинск кендері), Солтүстік Америкада (Лабрадор түбегінде) орналасқан. Өзінің құбылмалы көкшіл түсіне байланысты лабрадорит құрылыста, беттеме тас ретінде қолданылады. Фельдшпатоидтар тобы. Фельдшпатоидтар калий мен натрийдің каркасты алюмосиликаттары болып табылады. Құрамы дала шпаттарына сәйкес, тек  $\text{SiO}_2$  мөлшері төмен. Сілтілі элементтердің мөлшері 15-20% шамасында. Сілтілі магмалық тау жыныстарында дала шпаттарын алмастырады, жымдастығы жоқ, қаттылығы 5-6, тығыздығы  $2,5-2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Нефелин  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ .** Гексагондық сингонияда кристалдакады, тұтас массалар түрінде кездеседі. Түсі сарғыш сұр, қоңыр қызыл, жылтыры май тәрізді, қаттылығы 5,5, тығыздығы  $2,55-2,65 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Өзіне ұқсас кварцтен қаттылығының төмендігі бойынша ажыратылады.

Сілтілі магмалық жыныстарда, нефелинді спениттерде, пегматиттерде сфенэгириин, сілтілі пироксен, циркон, ильменит, апатитпен бірге кездеседі.

Кені Кола түбегінде, Оралда. Алюминий рудасы, алюминийге қоса сирек металдар, галлий өндіріледі. Шыны мен керамика өндірісінде, сода, силикагель алу үшін қолданылады.

**Лейцит  $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ .** Жалған кубтық сингонияда кристалданады, кристалдары тетрагон-триоктаэдр пішінді болады. Түсі ақ, сұр, сарғыш, қызғылт, жылтыры шыныдай, жымдастығы жоқ, қаттылығы 5,5-6, тығыздығы  $2,5-10^3 \text{ кг/м}^3$ , шытынап сынады. Гранаттардан қаттылығының төмендігі бойынша ажыратылады. Сілтілі эффузивтік тау жыныстарын құраушы минерал. Лейцититтер, лейцитті базальттар аталатын жыныстарды құрайды. Кені Италиядағы Везувий вулканынан шыққан жыныстарда ұшырайды. Ұнталған лейциттен калийлі тыңайтқыш алады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Силикаттардың жіктелуінің негізіне қандай қасиеттер қойылған?
2. Силикаттардың құрылымының негізгі типін атаңдар. Мысалдар келтіріңдер.
3. Оливин қандай жыныстарға тән? ол ыдырағанда қандай минералдар пайда болады?
4. Гранат кристаллдары қандай формаға ие?
5. Қандай гранаттарды білесіздер? Олардың құрамы, түрі, олар қандай жыныста кездеседі?
6. Сфена формуласын жазыңыз. Олар қандай жыныста кездеседі?
7. Топазға не тән?
8. Родониттің бояуы қандай? Оның қолданылуы.
9. Түріне қарай турмалиндер қандай болады және олар қандай жыныста кездеседі?
10. Турмалиннің сипаттамалық қасиеті қандай?
11. Қандай пироксендерді білесіздер? Олар қандай жыныстарға тән?
12. Пироксен тобындағы қай минерал литийдегі кен болып табылады? Оның сипаты.
13. Волластонит қай жыныстарға тән?
14. Тремолит пен актинолит қандай? Олардың арасындағы айырмашылық қандай?
15. Нефрит дегеніміз не?
16. Тальк қандай қасиетімен анықталады?
17. Тальктың шығу тегі мен қолданылуы қандай?
18. Қандай слюдаларды білесіздер? Слюдалардың ерекше қасиеті.
19. Лепидолиттың түрі қандай? Ол қандай сипаттамалық элементке ие?
20. Глин минералдарын сипаттаңыз.
21. Плагиоклаз дегеніміз не және олар қалай жіктеледі?
22. Лабрадорды сипаттаңыз.
23. Ортоклазаның микроклинден айырмашылығы қандай?
24. Лабрадора мен ортоклазаның айырмашылығы мен ұқсастығын атаңыз?
25. Далалық шпаттың шығу тегі қандай?



## № 9 сабақ.

**Тақырып:** Карбонаттар, сульфаттар, фосфаттар.

**Жоспар:**

1. Карбонаттар
2. Сульфаттар
3. Фосфаттар, арсенаттар, ванадтар.

### 1. Карбонаттар

Бұларға жататын қосылыстар көмір қышқылының  $\text{H}_2[\text{CO}_3]$  тұздары болып табылады. Комплекстік аниондағы  $[\text{CO}_3]^{2-}$  көміртек пен оттегі иондары коваленттік байланыста болады да Ca, Mg, Ba, Mn, Fe, Pb, Zn, Cu катиондарымен иондық байланыс құрайды. Тұздар құрамында  $(\text{OH})^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  қосымша иондары, су молекулалары болады.

Барлық карбонаттардың құрылымдық типі окшауланған типке жатады. Mg, Fe, Mn катиондары арасында изоморфизм кең тараған. Иондық радиустарының алшақтығына қарай Ca (иондық радиусы 1,04 Å) мен Mg (иондық радиусы 0,78 Å) бір-бірін изоморфтық түрде алмастыра алмайды, бұл екеуі тек қос тұз құрайды, мысалы, доломит  $\text{Ca Mg} [\text{CO}_3]_2$ . Кальций карбонаты Ca  $[\text{CO}_3]$ -дің екі полиморфтық түрде кездеседі: бірі - тригондық кальцит, екіншісі - ромбылық арагонит.

Карбонаттар ірі кристалды, түйіршікті агрегаттар түрінде болады. Түсі ақ, сұр, сарғыш, жасыл (мыс карбонаттары), жымдастығы жетілген (тригондық карбонаттарда), қаттылығы 3-4, тығыздығы  $2,6-2,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , тек. Ва, Рв карбонаттарының тығыздығы жоғары  $4,6-6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Карбонаттардың көбі тұз қышқылымен HCl реакцияға түседі,  $\text{CO}_2$  көпіршіктерін бөледі, кейбір карбонаттар (доломит) тек ұнтақ күйде тұз қышқылымен реакцияға түседі. Ультракүлгін сәулелер тнгізгенде кальцит қызыл, церуссит ашық жасыл, арагонит күлгін, деломит пен сидерит қызыл түс шығарады. Карбонаттар эндогендік, экзогендік метаморфтық процестерде түзіледі. Карбонаттар құрылыста, металлургияда (флюс ретінде) қолданылады. Кальциттің мөлдір түрі — исланд шпаты оптикада қолданылады. Бітімі әдемі малахит әшекей тас ретінде пайдаланылады. Карбонаттар тригондық ромбылық, моноклиндік топтарға ажыратылады.

**Жай құрамды тригондық карбонаттар.**

**Кальцит  $\text{Ca}[\text{CO}_3]$  (ізбес шпаты).** Тригондық сингонияда кристалданады. Кристалдары ромбоэдр, скаленоэдр пішінді, агрегаттары түйіршікті (мәрмәр), топырақ тәрізді (бор), сауысты (стилактиттер) болып келеді. Мөлдір түрі исланд шпаты деп аталады. Ромбоэдрлік кристалдары, қаттылығы, жымдастығы, тұз қышқылымен реакцияға түсуі бойынша ажыратылады. Кальциттің жаралуы әр түрлі. Экзогендік процестерде организмдердің қалдықтарынан жарық, қуыстарды қуалай ағып барып бір орынға жиылған салқын сулар ерітінділерінен тұнудан жиылады. Эндогендік процестерде гидротермальдық желілер мен эффузивтік жыныстардың қуыстарын кеуектерін толтырады. Метаморфтық процестер салдарынан мәрмәрлерге айналады. Кальциттен ізбестас аталатын жыныстар өте көп тараған. Кальцит болып табылатын исланд шпаты мен мәрмәрдің ғана маңызы бар. Исланд шпаты Төменгі Тунгускада, Қырымда, Исландияда, мәрмәrlер Өзбекстанда, Италияда орналасқан. Избестастар құрылыс материалы, металлургияда флюс ретінде, химия, шыны, цемент өндірістерінде қолданылады. Мәрмәр құрылыста беттеме тас ретінде пайдаланылады. Исланд шпатын оптика өндірісі тұтынады.

**Магнезит  $\text{Mg}[\text{CO}_3]$  (магнезит шпаты).** Түйірлі және жасырын кристаллы масса құрайды, Фарфор іспетті агрегаттары, қаттылығы, ыстық тұз қышқылында еритіні бойынша ажыратылады. Магнийге бай ультранегізді жыныстарға гидротермальдық эсер еткендегі өзгеруінен, серпентиниттердің ыдырауынан түзіледі.

Кені Оралда (Сатка кені), Қытайда, Канадада орналасқан. Магнезиттен отқа төзімді кірпіш құяды, цемент, қағаз өндірістерінде қолданылады.

**Сидерит  $\text{Fe}[\text{CO}_3]$ ,** темірлі шпат, грекше сидерос темір деген сөз. Тригондық сингонияда кристалданады. Агрегаттары топырақ тәрізді, ірі түйірлері жұмырша конкреция түрінде болады, тұз қышқылында тез ериді. Гидротермальдық желілерде, избестастардың, саздардың арасында жұмыр конкрециялар (сферосидериттер) құрайды. Кені Оралда (Бакал кені), Испанияда, Австрияда табылған.

### **Күрделі құрамды тригондық карбонаттар.**

**Доломит  $\text{Ca Mg}[\text{CO}_3]_2$** , минералды алғашқы тапқан француз ғалымы Доломьенің есімі берілген. Тұз қышқылында тек ұнтақтары ғана ериді. Кальциттен кристалдарының пішіні, жоғары қаттылығы, тұз қышқылымен реакциясының баяулығы бойынша ажыратылады. Экзогендік процестер нәтижесінде тұзды келдер мен шығанақтарда галит, гипс, ангидритпен бірге тұнады. Эндогендік процестерде гидротермальдық желілерде магнийлі ерітінділердің ізбестастағы кальцийді алмастыруы есесінен түзіліп серпентин, талыкпен бірге кездеседі. Кені Оралда, Украинада орналасқан. Отқа тезімді кірпіш, цемент жасауда, металлургияда флюс ретінде қолданылады.

### **Ромбылық карбонаттар.**

**Арагонит  $\text{Ca}[\text{CO}_3]$** . Кристалдары призма, жіңішке шыбық секілді болады. Агрегаттары жан-жаққа шашыраған сәуле түрінде болады, оолит, жіпше бейнелес болып та кездеседі. Түсі ақ, жылтыры шыныдай, жымдастығы жоқ, қаттылығы 3,5-4, тығыздығы  $2,9-3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , тұз қышқылымен қуатты реакция түзеді. Кристалдарының пішіні, тұз қышқылынан «бұрқырап қайнауы» бойынша ажыратылады. Органогендік ізбестастарды құрайды, кендердің үгілу зоналарында, сульфидтердің тотығу зоналарында түзіледі. Ыстық бұлақтар суынан тұнып эффузивтік жыныстардың қуыстарын толтырады. Кені Орта Азияда (Шорсу), Чехословакияда (Карловы Вары), орналасқан. Карбонатты минералдардың арасында кездеседі. Айтарлықтай практикалық мәні жоқ.

**Церуссит  $\text{Pb}[\text{CO}_3]$** , латынша церусса ақ сыр деген сөз.

Кристалдары жалған гексагондық дипирамида, шыбықша түрінде болады. Агрегаттары түйіршікті тұтас масса, кейде іркінді, топырақ тәрізді болады. Түсі ақ, сұр, кейде түссіз, алмастай жылтыр, жымдастығы жоқ, қаттылығы 3-3,5, тығыздығы  $6,4-6,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Тығыздығымен жылтыры бойынша ажыратылады. Галениттің тотығуынан жаралады. Алтай мен Қаратаудың полиметалл кендерінде, Байкал сыртында АҚШ-тың (Ледвилл кені), Австралияның (Брокен-Хилл кені), көптеген шет елдердің кендерінде кездеседі. Қорғасынның ақ бояуын алу үшін өңделеді. Мол шоғыры қорғасын рудасы болып табылады.

### **Қосымша анионды моноклиндік карбонаттар.**

**Малахит  $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$** , (грекше малахит мальва өсімдік) деген сөзден шыққан. Сирек кездесетін кристалдары призма тәрізді. Агрегаттары іркінді, сауыс немесе қабатты, сәуле тәрізді, топырақ іспетті болады, бүйрек тәрізді әдемі түзілімдергүшырайды. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Түсі ашық жасыл, қоңыр жасыл, сызығының түсі ақшыл жасыл, жымдастығы орташа, жібектей, шыныдай жылтыр, қаттылығы 3,5-4, тығыздығы  $3,9-4,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , тұз қышқылымен реакцияға түседі. Сызығының түсі, тұз қышқылымен реакцияға түсетіні бойынша ажыратылады. Мыс сульфидтерінің тотығу зонасында азурит, куприт, саф мыс лимонитпен бірге кездеседі.

Кені Оралда (Гумешев, Меднорудянск кендері), Қазақстанда (Жезқазған, Қоңырат, Нілді т. б.), Заир республикасында орналасқан. Тығыз, бітімі әдемі түрлері әшекей тас, безендіру тасы ретінде қолданылады. Ұсақ түйірлі топырақ тәрізді агрегаттары жасыл бояу жасауға, мыс қорытып алуға жұмсалады.

**Азурит  $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$** . Азурит француздың азурэ көкшіл деген сөзінен шыққан. Моноклиндік сингонияда кристалданады, топырақ тәрізді масса құрайды. Түсі көк, сызығының түсі көгілдір, шыныдай, жібектей жылтыр, қаттылығы 3,5-4, тығыздығы  $3,7-3,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Түсі, сызығының түсі, тұз қышқылымен қуатты реакцияға түсетіні бойынша ажыратылады. Мыс кендерінің тотығу зонасының үстіңгі жағында малахит, купритпен бірге кездеседі.

Малахит кездескен кендердің бәрінде де азурит болады. Көк бояу алынады, мыс алу үшін қорытылады.

## **2. Сульфаттар**

Бұлар күкірт қышқылының  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тұздары болып саналады. Комплекстік аниондық тетраэдрдегі  $[\text{SO}_4]^{2-}$  күкірт ионы  $\text{S}^{6-}$  төрт оттегі ионымен қоршалыды. Тетраэдр  $[\text{S}_4]^{2-}$  катиондарымен қосылып минералдар түзеді. Катиондар К, Са, Na, Ва, Рв, Fe, Al болады, қосымша OH анионы, кейде су молекулалары болады. Комплекстік аниондағы күкірт ионы  $\text{S}^{6-}$  оттегімен

коваленттік, ал катиондармен иондық байланыс түзеді. Сульфаттар оңашаланған құрылымдық типке, тек гипс қана қабаттық типке жатады.

Сульфат кристалдарының пішіні тақта, призма тәрізді болады. Ақ түсті немесе түссіз, қаттылығы 2,5- 3,5, тығыздығы  $2,7-2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, тек барит пен целестиндікі  $4,4-5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Барит пен алунит эндогендік процестерде, гипс, ангидрит, тенардит экзогендік процестер нәтижесінде түзіледі. Сульфат химия өндірісінің шикізаттарына жатады.

#### **Оңашаланған құрылымды сульфаттар.**

**Тенардит  $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$ .** Минералға француз химигі Тенардьенің есімі қойылған. Ромбылық сингонияда кристалданады. Түйіршікті, қабыршақты масса түрінде кездеседі. Түссіз, мөлдір, кейде қызғылт болады, шыныдай жылтыр, жымдастығы орташа, ерімтал, ауада суды сіңіріп ақ ұнтаққа айналады. Суы мейлінше тайыздап суалуға айналған көлдер мен шығанақтарда таза ерітіндіден гипс, ангидрит, галитпен бірге тұнады ( $32-40^\circ$ -тан жоғары температурада).

Кені Түркменстандағы Қарабұғаз көлінде, Батыс Сібірдегі Құлынды, Чилиде, АҚШ-та орналасқан. Мирабилитпен бірге шыны, сода өндірістерінде қолданылады.

**Ангидрит  $\text{Ca}[\text{SO}_4]$ .** Минерал аты құрамында су болмайтынын білдіреді. Ромбылық сингонияда кристалданады.

Түсі ақ, сұр көкшіл, кейде қызғылт, шыныдай жылтыр, жымдастығы жетілген, куб тәрізді сынықтарға бөлінеді, қаттылығы 3,5, тығыздығы  $3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Көл, шығанақ суларынан  $42^\circ\text{C}$ -тан жоғары температурада гипс, галитпен бірге тұнады,  $42^\circ\text{C}$ -тан жоғары температурада гипс  $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  тұнады. Қалыпты қысымда, сулы ортада жер бетінен 100-150 м тереңікте ангидрит келемін 30%-ке өсіріп гипске ауысады. Метаморфизм әсерінен гипс ангидритке ауысады.

Теңіз суынан тұнған ас тұзы кендерінде кездеседі. Батыс Оралда, Украинада (Артемовск), Стассфуртте (ГДР), Үндістанда кендері орналасқан. Цемент өндірісінде, құрылыста гипспен қатар қолданылады.

**Барит  $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ ,** грекше барос - ауыр деген сөз. Түсі ақ, сұр, көгілдір, кейде түссіз, шыныдай жылтыр, жымдастығы бір бағытта жетілген, өзге екі бағытта орташа, қаттылығы 3-3,5, тығыздығы  $4,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Салмағының ауырлығы бойынша ажыратылады. Гидротермальдық желілерде галенит, сфалерит, пирит, флюоритпен бірге, сондай-ақ сульфидтердің тотығу зонасында темір жосамен аралас кездеседі.

Кені Алтайдың, Сарыарқаның барит-полиметалл кендерінде. Мұнай өндірісінде (бұрғылау сұйықтығының ауырлатқышы), химия өндірісінде, жоғарғы сортты бояу алу, медицинада (рентген бөлмесінің ішін сылау), радио шамдарында қолданылады.

#### **Сулы сульфаттар.**

**Мирабилит  $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; (Глаубер тұзы).** Лаборатория жағдайында неміс ғалымы Глаубер алған. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Топырақ тәрізді борпылдақ агрегат құрайды. Түссіз және мөлдір, күңгірт, сұрғылт түсті, шыныдай жылтыр, ауада тенардитке айналады, дәмі ашқылтым, жымдастығы жетілген, қаттылығы 1,5-2, өте үгілгіш, суда жақсы ериді. Жұмсақтығы, жеңілдігі, ерімталдығы бойынша ажыратылады. Көл суының салқын ерітіндісінен  $32^\circ\text{C}$ -тан төмен температурада, ал су тұзды болса  $18^\circ\text{C}$ -та тұнады. Көбіне қыста гипс, тенардит кальцитпен бірге тұнады.

Кені Түркменстандағы Қарабұғаз шығанағында, Солтүстік шығыс Қазақстанның тұзды көлдерінде, АҚШ-тың, Мексиканың, Аргентинаның көлдерінде.

#### **Қабатты сулы сульфаттар.**

**Гипс  $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .** Моноклиндік сингонияда кристалданады. Су молекулалары  $[\text{SO}_4]$  иондарының қос қабаттарының арасында орналасады. Кристалдары призма тәрізді, түрлі қоспақтар құрайды. Агрегаттары қабыршақты, талшықты, түйіршікті келеді. Түсі ақ, сарғыш, кейде мөлдір, жымдастығы аса жетілген, қаттылығы 1,5-2, тығыздығы  $2,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Тұзды көлдердің шөгінділерінде, ангидриттің су жұтуынан түзіледі. Тұз және сульфид кендерінің үстіңгі үгілу зонасында қалдық минерал түрінде кездеседі. Вулканды аймақтарда вулкан газдары мен ыстық суларынан тұнады. Метаморфтық ангидрит сусызданғанда да гипс түзіледі. Әдетте ангидрит, галитпен бірге кездеседі.

Кені Батыс Оралда, Башқұрт, Татар АССР-інде Түрікменстанда, Қазақстанда кендері бар. Бағалы құрылыс материалы, архитектурада, медицинада, қағаз, цемент өндірісінде қолданылады.  $120^\circ$ -

140°C-қа дейін шала күйдірілген гипсті (алебастр) скульптурада пайдаланады. Портландцемент жер тыңайтқыш жасауға жұмсалады.

### ВОЛЬФРАМАТТАР, МОЛИБДАТТАР

**Вольфрамит (Mn, Fe)[WO<sub>4</sub>], ферберит Fe[WO<sub>4</sub>]** пен иобнериттің Mn[WO<sub>4</sub>] изоморфтық катары болып табылады. Моноклиндік сингонияда кристалданады. Кристалдары призма тәрізді болады. Түсі кара, кара қоңыр.

Сызығының түсі қоңыр, сары, алмастай жылтыр, алмас, шала металл жылтырлы, жымдастығы жетілген, қаттылығы 4,5-5,5, тығыздығы 6,7-7,5\*10<sup>3</sup>кг/м<sup>3</sup>. Кристалдарының пішіні, жылтыры, салмағы, түсі, сызығының түсі бойынша ажыратылады. Грейзендерде слюда, берилл, топаз, касситеритпен қатар түзіледі. Гидротермальдық желілерде кварц, арсенопирит, касситеритпен бірге кездеседі. Қорымды кендер құрайды. Кені Қазақстанда (Ақшатау), Байкал сыртында шер елдерде Қытайда (Ландушань), Бирмада. Вольфрам қатты болаттар құюға, аса қатты қорытпаларды алуға, қолданылады. Электротехникада мол қолданылады. Шеелит Ca[WO<sub>4</sub>], аты швед химигі Шееленің құрметіне қойылған. Тетрагондық сингонияда кристалданады. Кристалдары жұмыр, дипирамида пішіндес. Түйіршікті сеппелі масса құрайды. Түсі сарғыш сұр, ақ, сары, қоңыр, майдай немесе алмастай жылтыр. Жымдастығы жетілген, қаттылығы 4,5-5,8, тығыздығы 5,8-6,2\*10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>, ультракүлгін сәуленің әсерінен көгілдір тұс шашып жарқырайды. Сары түсі, жылтыры, қаттылығының төмендігі, салмағы, сәуле шашуы бойынша ажыратылады. Скарндарда волластонит, эпидот, геденборит, гранаттар, молибденитпен бірге, гидротермальдық желілерде вольфрамит, арсенопиритпен қатар ұшырайды. Қорымды кендерді қалыптастырады.

Кені Қазақстанда (Жоғарғы Қайрақты, Бөгеті), Орта Азияда (Ингичка, Чорух-Дайрон), Солтүстік Кавказда (Тырнауз), Кореяда, АҚШ-та, Вольфрамиттің қолданылуына ұқсас. Вольфрам рудасы болып табылады. Жасанды шеелит лазерлерде, телевидениеде қолданылады.

### 3. Фосфаттар, арсенаттар, ванадаттар

Бұларға жататын минералдар фосфор, мышьяк, ванадий қышқылдарының тұздары болып табылатын 30 шақты минерал кіреді. Тетраэдр түріндегі аниондық [PO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup>, [VO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup>, [AsO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup> радикалдары Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> катиондарымен байланысады, қосымша (OH)<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup> иондары, су молекулалары болады. Комплекстік аниондар ішкі байланысы, коваленттік катиондармен байланысы иондық, су молекулаларымен байланысы вандерваальстық болып келеді.

Оқшауланған, қабаттық құрылымдық типтері болады. Минералдардың көпшілігі экзогендік жағдайда түзіледі.

**Апатит Ca<sub>5</sub>[PO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>(F, Cl, OH)**, грекше апатао - алдаймын деген сөз, алты қырлы ұзынша минералдармен жиі шатастырылғандықтан солай аталып кеткен. Мұндағы фтор мен хлор мөлшері ауыспалы келеді. Осыған қарай фтор-апатит йен хлор-апатиттің химиялық құрамы жинақ түрде мынадай: CaO 53,8-55,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 41-42,3%, F 3,8%, Cl 6,8%. Кристалы 6 қырлы призма түрінде болады. Агрегаттары ұсақ түйірлі, қант кристалдарына ұқсас, фосфоритте конкрециялары жиі болады. Түсі жасыл, көгілдір, ақ, түссіз, жылтыры майдай, жымдастығы жоқ, қаттылығы 5-6, тығыздығы 3,2\*10<sup>3</sup>кг/м<sup>3</sup>. Алты қырлы кристалдары, майдай жылтыры, қаттылығы бойынша ажыратылады.

Сілтілі жыныстарда, нефелинді сиениттерде нефелин, эгиринмен, пегматиттерде мусковитпен бірге кездеседі. Метасоматикалық жыныстарда флогопит, диопсид, кальцитпен қатар болады. Фосфориттер теңіз суынан тұнған биохимиялық шөгінділер болып табылады.

Кені Қола түбегіндегі Хибин, Қазақстандағы Қаратау, Алжирде, Тунисте шоғырланған.

#### Бақылау сұрақтары:

1. Карбонаттарға қандай физикалық қасиет тән?
2. Кальцит пен доломитті сипаттаңыз.
3. Кальцит кристаллының жарық бағыты мен формасы қандай?
4. Исландиялық шпат дегеніміз не? Оның қасиеті мен қолданылуы.
5. Кальцит, доломит магнезит, малахит тұз қышқылында өзін қалай ұстайды?

6. Магнетит формуласы?
7. Мыстың қандай карбонаттарын білесіздер? Олардың сипаты.
8. Апатитке қандай сипат тән.
9. Апатиттің фосфориттен ерекшелігі?
10. Қазақстан мен ТМД елдерінде фосфат кенорнындарына мысал келтіріңдер.
11. Барит қасиетінің басты ерекше қасиеті? Оның қолданылуы.
12. Ангидрит пен гипсті суреттеңіз.
13. Гипстің қолданылуы?

**№ 10 сабақ.**

**Тақырып:** Тау жыныстарының сипаттамасы және негізгі түсініктері. Тау жыныстарының жіктелуі.

**Жоспар:**

1. Петрография негідері
2. Құрылым мен түзілім түсініктері

### **1. Петрография негідері**

Минералдардың химиялық элементтерден тұратын біршама қарапайым түзілімдер екені айтылды. Минералдар өздерінен гөрі күрделірек түзілімдерді құрайды. Осындай бірнеше минералдан құралған заттарды тау жынысы деп атайды. Қысқаша анықтағанда *петрография* тау жыныстарын зерттейтін ғылым.

Жердің үстіңгі қабатындағы тас қабықты құраған тау жыныстары алғашқыда балқыған тұтқыр затпен қатайып пайда болған. Кейін бұлар ыдырап үгіліп басқа түрлі минералдарға және тау жыныстарына айналған. Ал бұлардың өзі екінші рет өзгеріп басқа тау жыныстарына айналған. Бұлармен қатар Жердің ішкі ыстық терең қабаттарындағы балқыған ыстық зат (магма) дүркін-дүркін жер бетіне шығып төгіліп суынады да қатты затқа айналды. Қазір белгілі минералдардың саны 3000 шамасында ал олардан құралған тау жыныстарының саны 1000-ға жуық. Тау жыныстары біріншіден қажетті минералдық түзілімдерді сыйыстырушы орта болса (мысалы, металдардың рудалары, көмір, мұнай т.б.), екіншіден өздері пайдалы қазынды (құрылыстық тастар, құм, саз, т. б.) болып табылады.

Тау жыныстар мономинералды (мәрмәр) немесе полиминералды (гранит) болады.

Жер қабаттарын құрайтын барлық тау жыныстары үш үлкен топқа бөлінеді:

- магмалық тау жыныстары,
- шөгінді тау жыныстары,
- метаморфты тау жыныстары.

Жер астында балқып шыққан ыстық тас заттардан, яғни магмадан қатайып пайда болған тау жыныстарын магмалық тау жыныстары деп атайды (гранит, габбро т.б.).

Тау жыныстарының ұсақ кесек қиыршықтастарынан, құмдарынан, саздарынан, судағы химиялық ерітінділердің тұнбасынан, жануарлар мен өсімдіктердің қалдықтарынан құралған тау жыныстарын шөгінді тау жыныстары деп атайды (күлпытас, саз т. б.).

Бастапқы кейпін өзгертіп екінші түрге айналған тау жыныстарын метаморфтық тау жынысы деп атайды (мысалы, ізбестастан жаралған мәрмәр).

Осы жыныстардың жер қыртысында орналасуы түрліше. Жердің үстіңгі қыртысы массасының 75%-і шөгінді жыныстардың, 25%-і магмалық және метаморфтық жыныстардың үлесіне тиеді. Жердің 16 км-ге дейінгі қабатында магмалық жыныс үлесі 95%, қалған 5%-і шөгінді және метаморфтық жыныстар. Енді петрография ғылымының толығырақ анықтамасын беретін болсақ ол мынадай.

Тау жыныстарының минералдық және химиялық (элементтік) құрамын, құрылысын, шығу тегін (жаралуын), сырт бейнесін геологиялық және географиялық таралуын, олардың өзара қатысын, осыларға байланысты пайдалы қазындыларды зерттейтін ғылым **петрография** деп аталады.

## 2. Құрылым мен түзілім түсініктері

Құрылым - жыныстың ішкі құрылысының ерекшелігі, жыныс құрастырушы минералдар түйірлерінің, кристалдану дәрежесі мен өлшемділігі.

Түзілім - жыныстарды құрастырушы минералдар түйірлерінің орналасу тәртібі.

Интрузиялық жыныстардың құрылымы толық кристаллды, шала кристаллды, эффузивтік жыныстардікі порфирлі және шыны тәрізді болады.

Тау жыныстарын анықтауда олардың сыртқы түрі – құрылымы мен түзілімі де маңызды мәнге ие болады. жоғарыда тау жыныстары көп жағдайда бірнеше минералдан тұратындығы аталып өткен болатын, ал бұл минералдардың өзара байланысы, жағдайы (кристаллды және аморфты) мен олардың көлемі мен пішіндері жыныстың құрылымын анықтайды.

Екіншіден, кеңістікті құрама бөлшектермен толтыру тәсілі мен олардың өзара орналасуы жыныстың сыртқы тұрпында ірі ауқымды ерекшеліктерді – қабаттылықты, сланцтілікті, кеуектілікті және т.б. бейнелейтін оның түзілімін немесе қосуын анықтайды.

Құрылымның қандай да бір түрін түзу үшін атқылаған жыныстарда магманың сууы алғашқы дәрежелі рөлді атқарады, олардағы ұшқыш бөлшектер (минерализаторлар) мен магманың кристалдану мүмкіндігінің болуы, атқылаған жыныстардың құрылымы төмендегі факторларға байланысты болады:

Кристаллдылық дәрежесі (кристалликтер мен шынының сандық қатынасы). Бұл белгі бойынша төмендегі құрылымдар бөлінеді:

- а) толық кристаллды (немесе голокристалды);
- б) жартылай кристаллды (толық емес кристаллды) немесе гипокристаллды;
- в) шынылы.

Толық кристаллды жыныстарда барлық астасушы минералдар кристаллдық түйіршіктер немесе жақсы түзілген кристаллдар түрінде болады. Толық кристаллды емес құрылымдар үшін кристаллдық түйіршіктермен және кристаллдармен қатар шынылы участіктерде кездеседі. Шынылы құрылымдар әлі кристаллданып үлгермеген, тек кристаллдың тумалары ғана кездесетін массадан (шыныдан) тұрады.

Түйіршіктің абсолютті көлемі. Бұл белгі бойынша төмендегі құрылымдар бөлінеді.

- а) түйіршіктерінің көлемі сантиметрмен өлшенетін зор түйіршіктілер;
- б) ірі түйіршіктілер 2-1 см
- в) орта түйіршіктілер 1-0,5 см
- г) ұсақ түйіршіктілер 0,5-0,2 см
- д) жіңішке түйіршіктілер 2 мм
- е) ажыратылмайтын түйіршіктілер немесе жасырын түйіршектілер (афанитті).

Төмендегідей құрылымдар бөлінетін түйіршектің қалыпты көлемі:

- а) тең түйіршікті;
- б) тең емес түйіршікті.

Соңғыларының ішінде секпілді немесе секпіл тәрізді құрылымдар ерекше жағдайға ие.

Секпілді құрылымдарды сеппелер мен негізгі массалардың сандық қатынасы бойынша бөлуге болады:

- а) афирді құрылым, мұнда секпілді сеппелер мүлдем болмайды;
- б) крипті құрылым, сеппелердің мөлшері негізгі массасын мөлшерінен артық болады;
- в) гломерсекпілді құрылым, сеппелер жыныста үймемен таралады.

Секпілді құрылымды сеппетәріздіден морфологиялық және тектік құрылымдар арқылы ажырату керек:

**Секпілді құрылым** – сеппелері жақсы түзілген кристаллдар түрінде және негізгі масса түйіршегіне қарағанда он есе ірі болады; сеппелер негізгі массаның кристалдануына дейін пайда болған; негізгі масса мен сеппелердің кристалдану уақытында жарылым бар.

**Секпілтәрізді құрылым** – сеппелері негізгі масса түйіршіктерінен көлемдері арқылы ғана ерекшеленеді; әдетте олар қалған түйіршіктерінен біршама ірі; сеппелер өзінің қалыптасуын негізгі массаның кристалдануымен бірге аяқтаған; кристаллдауда жарылым жоқ.

Магмалық жыныс құрылымының ішінде әсіресе эвтектикалық нүктеде бір уақытта екі бөлшектің қоспасын кристаллдаудың нәтижесінде пайда болатын пегматиттіні атап өту керек. Мұнымен

қатар белгілі бағдарға ие құрама бөліктердің өзіндік өсуі де бақыланады. Мұндай құрылымдар пегматитті желілерде кеңінен таралған, әсіресе гранитті массивтерде (пегматитте, жазба гранитінде) жиі бақыланады.

Біз жоғарыда магмалық жыныстардың макроқұрылымдарымен ғана таныстық, сонымен қатар тек микроскоп арқылы ғана көрінетін микробелгілер де бар, мұнда түйіршіктердің пішіні, соңғысы негізінен минералдардың магмалық қорытпаларынан бөлінуіне бағынышты олардың өзара орналасуы мен өзара қарым-қатынасы ескеріледі.

Шөгінді жыныстарда құрылымның түрі құрама бөліктердің пішініне, олардың көлеміне, органикалық қалдықтардың болуы мен бір-біріне қатысты орналасуына да бағынышты болады. Мысалы, мұнда түйірпегінің көлеміне байланысты 1) қиынтүйірпекті құрылым (> 2мм); 2) құмды немесе псаммитті (2-0,1 мм); 3) алевритті (0,1 ден 0,01 мм) және пелитті құрылым (<0,01 мм) бөлінеді.

Олар қалыпты көлемі бойынша теңтүйіршікті немесе тең емес түйіршікті болуы мүмкін; мұнда түйіртпектерінің пішіні бойынша: бұрыштық, жартылай жұмырлы, жұмырлы және т.б. түйіртпекті бола алады.

Ерітіндіден түсудің нәтижесінде пайда болатын жыныстар мен химиялық жыныстар үшін кристаллотүйіршікті және жасырын кристаллды құрылымдар, сондай-ақ пелитоморфты және оолитті құрылымдар тән.

Органотекті деп аталатын жыныстар толық бақалшалар мен қаңқалардан тұрса органотекті құрылымдарға ие болады. Ал жыныс бақалшалар мен қаңқалардың түйіртпектерінен тұратын болса, органотекті-қойыртпақты (пелицитті, кораллды) деп аталады. Еріткіш қалдықтарға қаныққан жыныстар фитоморфты құрылымға ие.

Метаморфты тау жыныстарының құрылымы оларға ұқсас бірқатар атқылаған жыныстармен қағидалы түрде ерекшеленеді. Олар артық жыныстардың қатты жағдайда қайта кристаллдануының нәтижесінде пайда болады. Кристаллдау, метаморфизм кезінде кристаллды түйіршіктердің өсуі қатты ортада жүреді және әрбір минерал кеңістік үшін күресуге мәжбүр. Сондай-ақ метаморфты жыныстардың минералдары өзара өсу жылдамдығында жарысып, бір уақытта пайда болып, өседі. Мұндай құбылыс магмалық жыныстарда да бар, бірақ онда олар өсуші қатты түйіршіктердің болуымен аз көрінген, бұл жағдайда қортпаның бірқатар мөлшері міндетті түрде болады.

Бұдан төмендегідей қорытынды жасауға болады, метаморфты жыныстардағы минералды түйіршіктердің пішіні олардың бөліну тәртібіне емес, қандай да бір минералдың жақсы жақталған кристаллдар түзу мүмкіндігіне бағынышты.

Оның түйіршіктерінің шектелудің бұрыс пішініне ие ксенобластарынан ерекшелігі метаморфты жыныстардағы жақсы жақталған кристаллдар идиобластар деп аталады. Жақсы жақталған кристаллдар түзу мүмкіндігі бойынша барлық минералдар кристаллобластық қатарға орналаса алады. Бұл қатарда әрбір алдыңғы минерал соңғысына қарағанда кристаллдаудың зор күшімен ерекшеленеді. Мысалы:

Рутил, сфен, магнетит.

Турмалин, дистен, ставролит, гранат, андалузит, апидот, цоизит, форстерит.

Пироксендер, амфиболдар, волластониттер, слюдалар, хлориттер, тальк, стильномелан.

Доломит, кальцит.

Скаполит, кордиерит, далалық шпат, сутас.

Өзіндік метаморфты құрылымдар қайта кристаллдау үрдісі соңына жеткен кезде пайда болады. Әдетте, жиі әсіресе нашар метаморфталған жыныстарда алғашқы жыныстардың құрылымдық қалдықтары бақыланады, бұл жағдайда жыныстың құрылымын реликтті немесе қалдықты деп атайды. Реликтті құрылымның атаулары құрылымның атына артық жыныстың құрылымының атына «бласто» (өсу) жалғауын қосу жолы арқылы жасалады. Мысалы, блостосекпілді, бластоқұмды және т.б.

Осылайша, метаморфты жыныстарда біз реликтті және жаңадан түзілген құрылымдарға ие боламыз. Соңғысы алдыңғы екі жыныстағыдай (магмалық және шөгінді) түйіршіктің көлемі мен

пішіні бойынша бөлінеді, ал микрожинақтық зерттеу үшін құрама бөліктердің өзара қарым-қатынасы бойынша да бөлінеді. Метаморфты жыныстар үшін механикалық бөлшектеу мен алғашқы тау жынысының қажалуының нәтижесі болып табылатын катакластық құрылымды да бөледі.

Жыныстардың үш түрінің құрылымы туралы жоғарыда аталғандардың барлығынан текті белгісі бойынша алғашқы, екінші және агломератты құрылымдар болатындығын атауға болады. алғашқылары сулы ерітінділерді немесе магманы кристаллдау кезінде пайда болады. екіншілері алғашқылардың өзгеруінің нәтижесінде алынады. Агломератты құрылымдар механикалық қалдықтарды жинау мен дәнекерлеудің нәтижесінде пайда болады.

Жыныстардың құрама бөліктерінің өзара орналасуы мен кеңістікті толтыру тәсілдерін анықтаушы түзілімдердің ішінде төмендегідей түрлерін көрсетеді: тығыз (массивті) - минералдар мен тау жыныстарының түйіртпектері бір-біріне тығыз жанасқан; кеуекті – астасушы бөліктердің арасында толтырылмаған кеңістіктер (кеуектер) болады; қабатты немесе жолақты – бір-бірінен түсі немесе қандайда бір сыртқы белгісі бойынша ерекшеленетін әртүрлі құрамдағы қабаттардың алмасуымен сипатталады. Олар көптеген шөгінді және метаморфты жыныстарға тән.

Тау жыныстары үшін құрылымы мен түзілімінен басқа өзге сыртқы белгілердің болуы да тән. Оларға жарықшақтық пен жіктік тән. Жарықшақтар жыныстарды бөліктерге бөліп, жіктің әртүрлі түрлеріне бастама болады. бағанды, призмалық, параллелепипті, шар тәрізді және жіктің т.б. пішіндері болады. олар суыту кезінде жынысты қысқаннан кейін (магманың сууы) пайда болады, ал шөгінді жыныстарда тұнбаның кеуіп, тығыздануы кезінде пайда болады. Жіктің жарықшақтары жыныстар бір жақты қысымның әсерінде болатын тау түзілу үрдістерінде де пайда болады. бұл жағдайда жарықшақтың бағыты әрекет күшінің бағытымен байланысты болады және оны анықтау үшін пайдаланылады.

#### **Бақылау сұрақтары:**

1. «Тау жыныстары» ұғымына анықтама беріндер.
2. Өзінің шығу тегіне қарай тау жыныстары қалай бөлінеді?
3. Петрография тапсырмалары қандай?
4. Далалық петрографиялық жұмыс неден тұрады?
5. Петрография қандай лабораториялық әдістерден тұрады?
6. Петрография маңызы, мақсаты және тапсырмалары.

#### **№ 11 сабақ.**

**Тақырып:** Пайда болу жағдайы, жайылу формасы және магмалық тау жыныстарының жіктелуі.

#### **Жоспар:**

1. Магмалық тау жыныстарының пайда болу жағдайлары
2. Магмалық жыныстардың химиялық және минералдық құрамы
3. Магманың кристалдануы және бөлшектенуі
4. Магмалық жыныстардың жіктелуі (классификациясы)
5. Магмалық тау жыныстардың астасу пішіні.

### **1. Магмалық тау жыныстарының пайда болу жағдайлары**

Магма жөнінде бірсыпыра түсінік алдыңғы «Минералогия» бөлімінде берілген.

*Магма* дегеніміз ұшпалы ізаттарға (су булы, фтор, хлор т.б.) байыған аса ыстық тұтқыр силикатты зат (отты-қою силликатты зат). Жер бетіне дүркін-дүркін көтерілген магма келіп жүретін тереңдегі аумақ магма ошағы деп аталады. Жер бетіне жеткен магма жіктеледі, құрамын өзгертеді, бұрын қатайып кристалданған магмалық жыныстармен, метаморфтық, шөгінді жыныстармен реакцияға түседі, оларды ерітеді, оларға сінеді, олармен араласып өз құрамын және іргелес жыныстар құрамын өзгертеді.

Магма тереңде суынып қатайғанда интрузивтік жыныстар, жер бетіне шығып суынғанда эффузивтік жыныстар түзіледі. Интрузиялардың өте тереңде суынғандары абиссалдық, жер бетіне жақын тереңдікте (2-3 км) суынып қатайғандары гипабиссалдық болып ажыратылады.



Тереңде баяу суынып қатайған интрузивтер толық кристалды, ірі түйірлі, ал жер бетіне төгіліп жедел кристалданған эффузивтер ұсақ және жасырын кристалды, шыны тәрізді болады. Интрузивтер мен эффузивтердің құрамы бір-біріне сәйкес болғанымен құраушы бөліктерінің мөлшері мен пішіні өзгеше болады.

Эффузивтер сырт көрінісінің сипатына қарай кайнотиптік (жас), палеотиптік (көне) болп бөлінеді.

## 2. Магмалық жыныстардың химиялық және минералдық құрамы

Магмалық жыныстар құрамында кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), темір, магний, кальций, калий, алюминий елеулі орын алады. Магмалық минералдарды жіктеудің, негізіне  $\text{SiO}_2$  мөлшері қабылданған. Жыныс құраушы минералды басты, туынды, акцессорлы болып ажыратылады. Әуелгілеріне кварц, пироксендер, слюдалар, амфибол, нефелин, осылардың өзгеріске шалынуы мен ыдырауынан түзілетін екіншілеріне серицит, хлорит, каолинит эпидот, тым аз мөлшерде кездесетін акцессорларға апатит, сфен, циркон, магнетит, пирит жатады.

## 3. Магманың кристалдануы және бөлшектенуі

Қазіргі топшылаулар бойынша өрбітуші (бастаушы) магма базальттық, граниттік, периодиттік болып ажыратылады. Бас (жұп) магма Жердің терең қойнауындағы қатты массалардың балкуынан түзіледі. Балкуға радиактивтік элементтердің ыдырауы әсер етеді. Граниттік магма Жердің жоғарғы қабаттарында (8-30 км тереңдікте) құралады. Одан төменіректе негізгі магма орналасыды. Магманың осы екі түрі араласып аралас құрамды магма түзеді. Геофизикалық зерттеулерден алынған деректерге қарағанда вулкан атқылаулары болып тұратын магма ошақтарының тереңдігі 50-100 км.

Ошақтан көтерілген магма жоғарғы қабаттарға жеткенде оның температурасы мен қысымы төмендейді де кристалдану басталады. Температура мен қысым ақырын төмендегенде баяу бөлінетін ұшпалы ірі кристалдардың өсуіне әсер етеді. Осы жағдайда ірі кристалды абиссальдық интрузиялар қалыптасады.

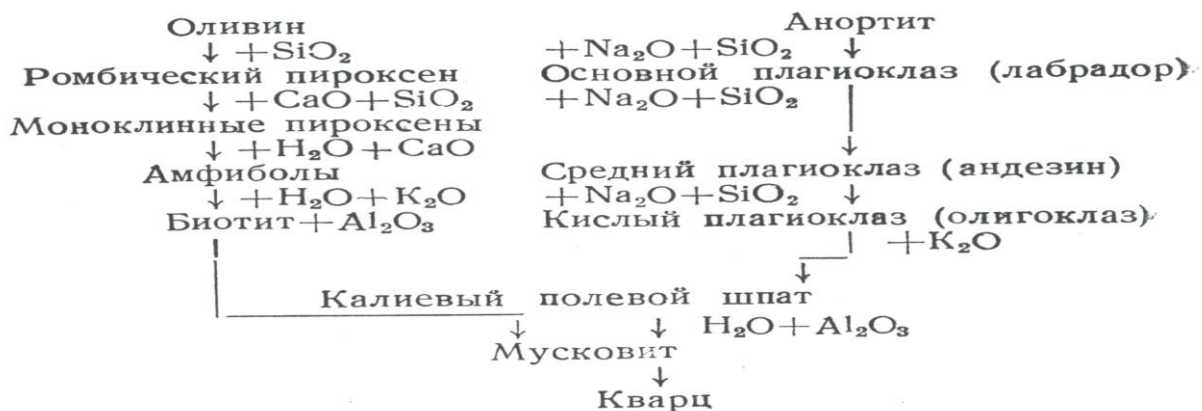
Температура мен қысым біршама жедел төмендегенде кристалдану орталықтары (центрлері) кебейеді де ұсақ түйірлі гипабиссальдық интрузия орнығады.

Әуелі бөлінген кристалдар еркін өседі, пішіндері айқын болады (идиоморфтық кристалдар). Мөлшері өте аз элементтердің кристалдары ұсақ және аз келеді (акцессор минералдар).

Өртүрлі физикалық-химиялық процестер әсерінен магма бөлшектенеді. Жіктелу магманың құрамын өзгертеді, Минералдар түзіле бастағанда су буы, күкіртсутек, фтор, хлор, түрлі қышқылдар молая түседі.

Алғашқы кристалданған магний және темір минералдары оливин, пироксендер магма ошағының түбіне батады. Осы қатты минералдар сұйық магмамен немесе **Боуэннің реакциялық** схемасын қалыптастырады.

Осы қатар бойынша магмамен реакцияға түсуші әрбір минерал өзінен төменгі минералға ауысады. Мысалы, кристалдану оливинмен пироксендердің түзілуімен аяқталса негізді жыныстар түзіледі, ал кристалдану кварцқа дейін жеткенде қышқыл жыныстар жаралады.



Магманың басты элементтері темір, магний, кальций минералдар түзгенде ұшпалы заттар және жаңадаң қосылған элементтер мөлшері басым болғанда, өрбдтуші магма құрамын бүтіндей

өзгерткенде қалдық магмаға айналады. Сейтіп, минералдар түзілуінің магмалық сатысы аяқталады.

Ұшпалы заттарға байыған қалдық магмада газ бен ыстық ерітінділері басым болады. Осыдан әрі пневматолиттік, гидротермальдық сатылар басталады.

Пневматолиттік газды ыстық сулы ерітінділер метасоматозға жол ашады. Бұрын жаралған минералдар мен тау жыныстарының құрамын өзгертіп, қатты күйдегі жаңа минералдық түзілімдерді құрастыру метасоматоз (метасоматотизм) деп аталады.

Жер бетіне қарай көтерілген магма өз жолында кездескен шөгінді, магмалық (бұрын қалыптасқан), метаморфтық жыныстарды, қыздырып балқытады және өзімен бірге ілестіріп әкетеді, сейтіп аралас құрамды (гибридті) жыныстарды түзеді.

Вулкан атқылағанда жербетіне шыққан лава жер бетінде қатайып жамылғы, тасқын, күмбез, конус тәрізді пішіндерді жасайды.

#### 4. Магмалық жыныстардың жітелуі (классификациясы)

Магмалық жыныстардың жіктелуі олардың химиялық, минералдық құрамына, құрылымы кремний тотығының мөлшеріне негізделген. Осыған сәйкес магмалық жыныстар былайша жіктеледі:

Ультранегізділер  $\text{SiO}_2$  мөлшері 45-52%-тен төмен  
Негізділер —»— 45—52%  
Орташа қышқылдылар —»— 52—65%  
Қышқылдылар 65—75%

Сілтілілер 40—45% және  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  20%-тей.

Жыныстардың химиялық құрамына қарай интрузивтік жыныстармен қатар олардың эффузивтік сыңарлары қатар оркаластырылады.

Интрузивтік магмалық жыныстар ішіндегі ең көп тарағаны граниттер, эффузивтердің ішінде мол кездесетіндері базальттар андезиттер .

Магмалық жыныстардың жіктелуі төмендегі кестеде келтірілді

Магмалық жыныстардың жіктелуі

$\text{SiO}_2$ мөлшері	Жіктер	Интрузивтер		Эффузивтер	
		Абиссальдықтар	Гипабиссальдықтар	Катнотиптілер	Палеотиптілер
40—45	Ультра-негізділер, Ультра-базигиттер	Дунгит Перидотит Пироксенит	Пикрит Пикритті Порфирит Кимберлит	Меймечит (өте сирек)	
45—52	Негізділер	Габбро Норит Анортозит Лабрадорит	Диабаз	Базальт	Базальттік-порфирит
52—65	а) Орта қышқылдылар ә) Орта сілтілілер	Диорит Сиенит	Диорит-порфирит Сиенит-порфир	Андезит Трахит	Андезиттік порфирит Ортофир
65—75	Қышқылдылар	Гранит Гранодиорит	Гранит-порфир Гранодиорит-порфир	Липарит Дациит	Кварцты порфир Кварцты порфир
40—55	Сілтілілер	Нефелинді сиенит	Нефелинді сиенит-порфир	Фонолит	

## 5. Магмалық тау жыныстардың астасу пішіні.

Магмалық денелердің сырт көрінісі әр түрлі болып көрінеді.

Эффузивтік жыныстар жер бетінде лава тасқындары мен лавалық жамылғылар түрінде түзіледі немесе лавалық құмбездер мен конус пішінді шындар құрайды.

Интрузивтік жыныстар жер қыртысының терең қабаттарында кристалданған жағдайда бұрыс жатысы ірі денелер (батолит, шток), жыныстардың көне жатыс жағдайына сәйкес орналасқан денелер (лакколит, факолит, силл), бұрыс жатысы кішігірім денелер (дайка, желі, некк) кездеседі.

Батолиттер («батос» терендік деген мағынада) көлемі жүз км.ден астам, тік бағыты бес он км.ден аспайт.

Құрамы граниттер мен гранодиориттерден тұрады.

Штоктар цилиндр пішінді, батолиттерден кіші болып келеді.

Лакколиттер («лакос» шұңқыр деген мағынада) шөгінді қабаттар арасында диаметрі жүз метірден бірнеше километрге дейін жететін санырауқұлақ пішінді денелер құрайды.

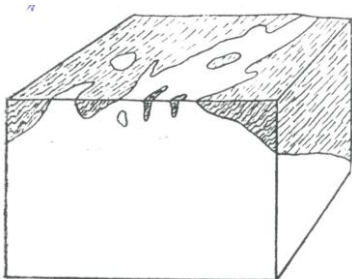
Лаполиттер («лопос» табақ деген мағынада) шөгінді қабаттар арасында құрамы негізгі магмадан суына келе қатайып жайпақ пішінді болып келеді.

Факолиттер («факос» жасымдық дене деген мағынада) көбінесе қатпарлы құрылымдардың иілімдерінде кол орақ тәрізді пішінде қалыптасады.

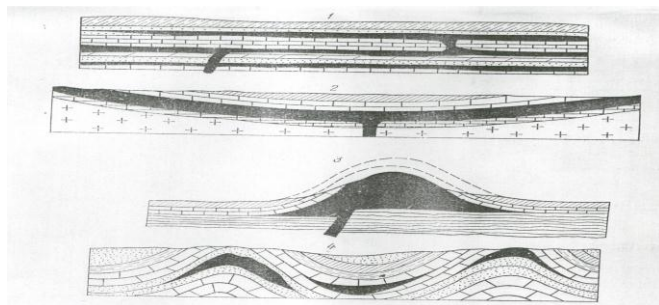
Дайкалар («дайка» шотландия тілінде қабырға деп аталды) жер қыртысының жарықтары мен жарықшақтарын толтыра өскен тау жыныстары түрінде тік қабырғалы интрузиалық кішігірім денелер құрайды.

Некктер (мойын деген мағынада) диаметрі бірнеше метрден біржарым км.ге дейін жетеді.

Интрузиалық денелер әр түрлі терендікте қалыптасады. Батолиттер мен штоктар терең қабаттарда түзіледі, оларды аббисальдық деп, ал қалғандары жер қыртысының жоғарғы қабаттарында түзілетін болғандықтан гибаббисальдық денелер деп аталады.



Батолит



1- силлдар, 2-лаполит, 3-лакколит, 4-факколит

### Бақылау сұрақтары:

1. Магма дегеніміз не?
2. Пайда болу тереңдігіне байланысты магмалық жыныстар қалай бөлінеді?
3. Қандай минералдар идиоморфтық және қандай минералдар ксеноморфтық деп аталады?
4. Магманың дифференциалдануын түсіндіріңдер.
5. Ассимиляция түсінігін анықтаңыз.
6. Жайылудың қай формасын батолит, шток, лакколит деп атаймыз?
7. Қышқылдығына байланысты магмалық тау жыныстарының жіктелуін атаңыз.

### № 12 сабақ.

**Тақырып:** Магмалық тау жыныстарның көрсеткіштері

**Жоспар:**

1. Асамафиттер тобы
2. Габбро –базальттың тобы (негізгі немесе мафиялы жыныстар)
3. Диорит – андезиттің тобы
4. Сиенит –трахиттің тобы
5. Гранит –липарит пен гранодиорит –дециттің тобы

### 1. Асамафиттер тобы

Асамафиттерге жататын жыныстардың құрамында 40% шамасында кремнезем, өте аз мөлшерде саздыжер және кальций оксидтері болады. сондықтан да олардың құрамында далалық шпаттардың мүлдем болмауы тән. Мұнда қою түсті минералдар басты бөлшектер болып табылады. Олардың ішінде оливин, орто және сыналы пироксендер кеңінен және мүйізталшық сирегірек таралған. Жыныстардың меланократты бөлшектерінің басымдылық көрсетуі жасыл дақты қара бояумен сипатталып, жоғары тығыздыққа ие болады. бұл жыныстар кеңінен таралмаған, атқылаған жыныстардың барлық массасының 0,4% құрайды, әрі плутонитті әртүрліліктері олардың гипабиссиалды және эффузивті аналогтарында басымдылық көрсетеді.

Петрографиялық комитеттер асамафиттерге синоним – асабазиттер, гипетбазиттер, аса негізді жыныстар терминін пайдалануды ұсынбайды.

Осы жыныстардың плутондық әртүрліліктерінің ішінде басты минералға қатысына байланысты оливинді жыныстар – дуниттер, оливин –пироксендер, -перидотиттер, негізінен пироксенді пироксениттер және негізінен мүйізталшықты – горнблендиттер бөледі. Бұл жыныстардың барлығы ұқсас белгіге ие.

**Дунит** - әртүрлі дақтағы жасыл-сары түсті бұрыс пішінде түрде болатын оливинмен қойылған, терендікті кристаллды түйіршікті жыныстар. Оливиннің түйіршіктері массивтің төменгі бөліктерінен көтерілетін, пневматолитті ерітінділердің әсерімен екінші өзгерулердің нәтижесінде түзілетін серпентиннің жиектерімен кеңейтілген. Аз мөлшерде магнетит пен хромит кездеседі. әдетте құрылымы орташа түйіршікті, ал жынысты серпентиттеу кезінде өте тығыз болады.

**Перидотиттер** – бұл да терендікті кристалл түйіршікті жыныс, өте ұқсас, бірақ басты минерал ретінде оливин мен қатар пироксеннің болуымен ерекшеленеді. Соңғысы жыныста ірі сеппелер түзе алады. Жыныстың құрылымы орташа түйіршікті, ал түсі қою кейде қара да болады.

**Пироксенит** – терендікті, құрамында оливині аз пироксендерден тұратын ірі түйіршікті жыныс. Қоюобоялған жыныс.

**Горнблендит** – тек қана мүйізталшықтан тұратын, үнемі ірі немесе тұрпайы түйіршікті болатын, сирек кездесіп, ірі денелер түзбейтін жыныстар. Ол әдетте желілер, жалбырлар, линзалар және т.б. Бұл жыныстардың пайда болуы толық түсінікті емес және мүйізталшықтың алғашқы сипатын табу да үнемі мүмкін бола бермейді.

Асамафиттердің желілі әртүрліліктері өте сирек жыныстар. Оларға пикриттер жатады. Геологиялық жағынан алғанда олар сығылмалы жыныстар –диабаздармен байланысты. Пикриттер қоңыр түсті авгит пен оливиннен тұрады, бірақта жиі аз мөлшердегі мүйізталшықтан, кейде плагиоклаздан тұрады. Құрылымы секпіл тәріздіге (пикритті секіпілдер) өтетін секпілді болады. кейде оларды эффузивті жыныстармен детенестіреді.

**Меймечтер** – эффузивті пайда болуға тән асамафиттер болып табылады. Бұл сеппелері оливинді құрамдағы шынылы базиске жүктелген оливинмен кейде авгитпен берілетін секпіл құрылымды қара түсті жыныстар. әдетте олар оливинді базальттармен тығыз ассоциацияланатын ағыстар түзеді. Ең алғаш рет олар Меймеч өзенінде Сібір тұғырының солтүстік-батысында табылды.

**Коматииттер** (коматит) – құрамы жағынан меймечтерге қарағанда өте күрделі эффузивті жыныстар.

**Кимберлиттер** – кимберлиттер (эффузивті пішінді жыныстар) мен кимберлитті женттастарды біріктіретін жинағыш термин. Құрамы жағынан олар пикриттерге жақын, бірақ олардың минералогиясы өте әртүрлі. олардың басты ерекшелігі үлкен тереңдікке кететін, түтікті жолақтарды толтыратын түйіртпектер түрінде белгілі болулары. Бұл негізінен асамафитті женттастар. Олар негізінен оливинмен, пироксенмен, флогопитпен, ильменитпен, хромитпен, гранат-пироппен жиі қойылған. Оларға алмастың жергілікті кенорындары үйретілген.

Асамафиттердің екінші рет өзгеруі серпентиниттердің түзілуіне әкеледі. Егерде серпентиниттеу үрдісі соңына дейін жүрмесе, онда жынысқа серпентиниттелген дунит, серпентиниттелген перидотит деп аталады. Пироксендерге уралиттеу үрдісі тән. Мұнымен бірқатар горнблендиттердің пайда болуын түсіндіруге болады.

Тереңдікті асамафиттер мен олардың өзгеруінің өнімдері Оралда, Қазақстанда, Алтай-Саян қатпарлы белдемінде, Солтүстік Кавказда, Кольск түбегінде кеңінен дамыған. Сондай-ақ кимберлиттер Якутияда таралған.

Асамафиттермен магнетит, хромит, никельді кендер, алмас, асбест, магнезит, тальк және тағы басқа құнда пайдалы қазбалар байланысты.

Асамафиттердің пайда болу мәселесін қарастыра отырып, ғалымдар табиғатта асамафиттер базальтты магманың таралу өнімі немесе асанегізді құрамдағы қорытпалардың қатуының барысындағы жоғары мантия заттарының протрузиясының нәтижесі ретінде болады деген қорытындығы келді.

## **2. Габбро –базальттың тобы (негізгі немесе мафиялы жыныстар)**

Негізгі жыныстар немесе габбро-базальт тобының жыныстары жоғарыда сипатталған асамафиттерден құрамында плагиоклаздың болуымен ерекшеленеді. Мұнда плагиоклаздан басқа ауыспалы мөлшерде орто және сыналы пироксендер, сирегірек оливин мен мүйізталшық кездеседі. Барлық атқылаған жыныстардың ішінде негізгі жыныстардың үлесіне 24,5% тиеді, мұның 21%-ін базальттар құрайды. Соңғысы кеңінен таралған эффузивті жыныстардың қатарына жатады. Бұл жыныстарға кремнеземге қанықпағандық (шамамен 50%), сілтілі жерлі металлдардың, әсіресе магний мен темір тотықтарының көп болуы тән. Бұл жыныста қою түсті минералдар 50% құраса, екінші жартысы негізді плагиоклаздың (лабрадор, битвнит, анортиттің үлесіне тиеді.) Сутас мүлдем болмайды. Жыныстары үнемі қою түске боялған және тығыздығы жоғары болады.

Сипатталушы топтың жыныстары өздерінің түзілу жағдайына байланысты әдетте интрузивті (плутонды), эффузивті (жанартаулы) және сығылмалы топтарға бөлінеді.

**Габбро** – кремнеземге қанықпаған тереңдікті толық кристаллды жыныс. Габбронның басты минералы плагиоклаз (лабрадор немесе битовник, сирек анортит), әдетте диаллаг түріндегі қандай да бір пироксен, сирегірек мүйізталшық болады. Оливин басты құрама бөлік ретінде кездеседі немесе мүлдем болмайды. Ал пироклаздар үшін әдетте жымдастықтың жақсы көрінген тегістіктерінде, ал полисинтетикалық қосарлыларда көрінетін жаңа әртүрліліктерде ақ немесе қою сұр түсті қысқа бағанды немесе дұрыс толықбағанды түйіршіктер тән.

**Пироксен** – жымдастық тегістігіндегі металлдық жылтырлықты қою жасыл немесе қоңыр түсті диаллаг. Гиперстен немесе бронзит түріндегі өзге пироксендер де қатыса алады. Олар әдетте жақсы жақталған, қою жасыл түсті қысқа бағанды, жымдастық тегістігі бойынша диаллагтағыдай металлдық жылтырлық көрінген.

Оливин жыныста күшті шынылы жылтырлыққа ие түйіршігінің домалық пішіні арқылы тез танылады. Жыныстағы плагиоклаз бен қою түсті минералдар шамамен тең қатынаста болады, бірақ меланократты және керісінше лейкокатты әртүрліліктердің болуы да мүмкін. Қосымша минералдар магнетитпен, апатитпен және өзге минералдармен көрінген. Егерде кенді минералдың мөлшері жоғары болса, басты компоненттің мәніне ие болып, жынысты кенді габбро деп атайды.

Габбронның құрылымы әдетте орташа түйіршікті, кейде секпіл тәрізді, бірақ негізгі плагиоклаздың жақсы жақталған кристаллдарымен ірі түйіршікті болулары да мүмкін. Габбронның түзілімі массивті, тығыз, жиі жолақты және шпирлі болады. шпирлер кенді

минералдардың жинақтарымен түзілуі мүмкін, ал жолақтылық плагиоклазды және оливин пироксенді белдемдердің, ашық боялған және меланократты бөлшектердің алмасуымен түзіледі.

Габброидтерді микроскоптық зерттеу кезінде қою түсті минералдың негізгі плагиоклазына бағынышты төмендегі әртүрліліктердің қатары салыстырмалы түрде жеңіл бекітіледі: габбро (моноклинді пироксен), норит (ромбты пироксен), габбро-норит (екеуде пироксен), ал оливиннің де қатысуында олардың оливинді әртүрліліктері (оливинді габбро және т.б.). егерде қою түсті минералдардың рөлі тек оливинге ғана тән болса, онда жыныс троктолит деп аталады, ал герде мүйізталшық болса – мүйізталшықты габбро деп аталады. Бірақта осы әртүрліктер мен тағы басқа бірқатарларын тек микроскоптың көмегімен ғана белгілеуге болады. Габбро гидротермал ерітінділердің әсерімен екінші дәрежелі өзгерістерге жеңіл ұшырайды, ол уралитті габброның (пироксен уралитті мүйізталшықпен алмасады) және уралит –сосюритті габброның түзілуіне әкеледі, бұнда негізгі плагиоклаз эпидот, цоизит, кальцит (сосюрит) – сосюритті габброның түзілуімен орналасады. Өзгерген габброидтердің әртүрліліктеріне ұсақ-орта түйіршікті құрылымдар, жасыл-сұр түс және біржақты қысымның әсеріндегі сланцты түзілім тән.

Габбро әртүрлі интрузивті денелер: лополиттер, штоктар, сығылмалар пішінінде астасады. Жыныстар Солтүстік Оралда, Украинада, Алтай-Саян қатпарлы аймақтарында, Байкал маңында және т.б. жерлерде кеңінен таралған.

Габбромен әдетте темір, мыс, никель, кобальт және платина тобының металлдары байланысқан. Кендер интрузиялардың өзінде концентрацияланады.

*Лабрадормен немесе битовнитпен қойылған габбролардың ерекше әртүрлілігі лабродорит деп аталады. Лабродорит тектік жазғынан габбро мен немесе нориттермен байланысты. Жынысқа ерекше сән беретін лабродориттің ашық түсінің арқасында лабродориттер әртүрлі құрылымдарды әшекейлеу үшін әдемі әшекей материалы ретінде қолданылады. Оның ірі кенорындары Киев облысындағы Болыньда бар.*

**Базальт** – габброның аналогі, типті эффузивті өкіл. Әдетте «базальт»термині өте әртүрлі және кеңінен таралған негізгі лавалардың барлық жиынтығының ортақ атауы ретінде қолданылады. Олардың үлесіне құрлықтағы магмалық жыныстардың бестен бір бөлігі тиеді және мұнымен қатар олардың мұхиттық ойыстардың құрамында үлкен рөл атқарғандарын ескеретін болсақ, олардың рөлі өте зор деп сипаттауға болады.

өздерінің минералогиялық және химиялық құрамы бойынша базальттар соңғыларынан пайда болу жағдайлары мен құрылымдары бойынша ерекшеленетін габброидтардың эффузивті және гипабиссиалды аналогтары болып табылады.

Отандық петрографиялық әдебиеттерде эффузивті жыныстарды өзгеру дәрежелері бойынша: кайнотипті (базальтты) және палеотипті (базальтты секпілдер, диабаздар) деп бөлу қабылданған.

Базальттар негізді плагиоклаз бен қою түсті минералдардан (авгит, гиперстен, оливин және т.б.) тұрады. Олардың құрамында магнетит көп болады. базальтқа астасатын минералдар ұсақ түйіршіктердің әртүрлі пішіні түрінде қою тығыз массада таралған, олардың ішінде оливин жылтырлығымен, сары-жасыл түсімен ерекшеленеді. Жаңа сынуларда базальттардың беті қара шөгірлі сынықты тығыз болады. палеотипті ерекшеліктерде уақытпен үгіту үрдісінде жыныс тотты-қоңыр немесе қою-жасыл түске өтіп, дақтар пайда болады.

Базальттардың құрылымы секпілді, сондай ақ жіңішке түйіршікте афирлі немесе негізгі массада шынылы болуы да мүмкін. Базальтты секпілдердің –палеотипті ерекшеліктерінде шыны кристаллданып, хлорит пен магнетиттің жіңішке агрегатына айналған. Базальттардың ашылымында бағанды жік жиі көрінеді. Базальттардың түзілімі тығыз, массивті және өте миндалтасты. Миндалиндері хлоритпен, опалмен, халцедонмен, сутаспен, кальцитпен, пренитпен және т.б. минералдармен толықтырылған.

Құрылымдық ерекшеліктері бойынша базальттың бірнеше түрлерге ұсақ-жіңішке түйіршікті базальттар, ортатүйіршікті-долериттер (траппат) бөлінеді. Олар секпілді және афирлі болады. негізгі массасы шынылы құрылымды базальттарды гиалобазальттар (шынылы базальттар) деп атайды.

Диабаз құрамы жағынан базальттарға өте жақын. Ол негізді плагиоклаз бен авгиттен тұрады. Жаңа күйінде жыныстар қою түсті және сыртқы пішіні бойынша базальттардан ажыратылмайды. Үгіту үрдістерінің әсерімен диабаз пироксеннің есебінен түзілген хлориттің дамуына негізделген жасыл түске ие болады.

Диабаздардың құрылымы – жіңішкеден ірі түйіршіктіге дейін, кейде секпілтәрізді болады. химизімі бойынша диабаздар базальттарға аналогты және жеткілікті дәрежеде өзгерген ежелгі базальттар болып табылады. Мындаған квадрат километрлерде зор көлемде ағыс түріндегі базальттарда кездеседі. Диабаздар жиі сығылмалар түзеді.

Базальттармен мыс, никель кенорындары жиі байланысты болады. базальттардың өзі құрылыс тасы мен базальтты лить үшін шикізат ретінде қолданылады.

Габброидтер мен базальттардың көпшілігі алғашында құрамы жағынан әртүрлі болатын, рубасылық базальтты магманың кристаллданып таралуының нәтижесінде түзіледі. Кеңінен танылғандары: толеит – базальтты және оливин-базальтты магмалар. Бірақ лабродориттердің түзілуі туралы ортақ пікір жоқ. Не базальтты магманың таралуының немесе кристаллды сланцтар натрий мен алюминийге қаныққан ерітіндінің әсерімен мономинералды жынысқа өтетін метасомалық түзілулермен пайда болуы мүмкін деген тұжырымға келеді.

### **3. Диорит – андезиттің тобы (орта жыныстар)**

Бұл топ жыныстарының басты ерекшелігі олардың құрамында орта плагиоклаз – мүйізталшықпен үйлескен андезиннің сонымен қатар авгиттің, биотиттің, гиперстеннің, магнетиттің, пириттің болуы. кремнеземнің құрамы мұнда 52-65 % шамасында ауытқиды, бұл кейде аз мөлшердегі сутастың пайда болуына әкеледі.

Мафилі жыныстар сияқты диорит-андезиттің топтары кең таралымға ие және дәл сондай ерекшеліктермен де сипатталады. Басымдықты даму андезиттердің үлесіне –23% тиеді, ал плутонды жыныстардың үлесіне – 2% тиеді. Бұл келтірілген сандардан орта жыныстар шамамен барлық атқылаған жыныстың 50% құрайтынын көреміз.

Мұнда түзілу жағдайлары бойынша плутонды жыныстар (диориттер), сығылмалы жыныстар (микродиориттер мен секпілдер, керсантиттер мен спессартиттер -ламсекпілдер) және құйылған аналогтар – андезиттер (кайнотипті) және андезитті секпілдерді (палеотипті әртүрліліктер) бөлуге болады.

Диорит – әдетте мүйізталшықпен, кейде биотитпен, пироксенмен, магнетитпен көрсетілген плагиоклаздың ашық түйіршіктері мен түсті құрама бөлшектерінен (олигоклаз, андезит) тұратын, толық кристаллды, сирек секпілді, орта немесе ұсақ түйіршікті жыныстар. Қою түсті бөлшектердің болуы 15-30% шегінде ауытқиды, бұл ликократты тіпті меланократты диориттердің пайда болуына әкеледі. Құрамында көрінетін мөлшерде сутасы бар диориттерді сутасты диориттер деп атайды. Олар граниттерге өте ұқсас, олардың сипаттамасы төменде беріледі және оларды микроскоптың көмегінсіз ажырату қиын. Диориттер сұр, ашық –сұр, қою сұр бояуды, кейде жыныстың өте қатты үгілуіне байланысты жасыл –қоңыр түске ие болады. диориттер граниттермен бір жағынан гранодиориттер арқылы, екіншіден габбро-диориттер арқылы габбромен тығыз байланысқан.

Кейде диориттер өзіндік масса ретінде астасады, бірақ жиі өте қышқыл интрузиялардың шеткі белдемдерінде, немесе негізгі интрузиялардың құрамындағы жеке учасоктары түрінде астасады.

Диориттермен темір, мыс, алтын кенорындары байланысты болуы мүмкін. Диориттер Оралда, Орта Азияда, Кавказ маңында, Алтай-Саянада облыстары мен өзге аудандарда кеңінен таралған.

Бұл топтың сығылма жыныстарының әртүрліліктері кеңінен таралған және асхисті (микродиориттер мен диорит-секпілдер) және диасхисті (ламсекпілді) әртүрліліктермен көрінген.

Микродиориттер мен диорит –секпілдер – диориттер мен сутасты диориттерден тек өзіндік құрылымы арқылы ғана ерекшеленеді, ал минералдардың минералогиялық құрамы мен сандық қатынасы аналық жыныстраға тән. Бұл ерекшеліктер қалыптасу жағдайына негізделеді.

Ласекпілдерге бұл топтан кертиттер мен спессартиттер жатады және диасхисті қатардағы сығылма жыныстарға тән өкілдері болып табылады. Бұл негізгі массасы ұсақ жіңішке түйіршікті қара секпіл құрылымды жыныстар. Секпілді жұқа қабаттар қою түсті минералдармен көрінген (спессартиттер үшін мүйізталшық, ал керсантиттер үшін биотит). Бұл жыныстарға тән белгі қою түсті минералдардың (биотит пен мүйізталшықтың) жоғары рөлі болып табылады. Бұл қасиетмен олар асхисті әртүрліліктерден ерекшеленеді.

Андезиттер (кайнотиптілер) мен андезитті секпілдер (палеотиптілер) диориттердің құйылған аналогтары болып табылады. Бұл жыныстардың құрылымы секпілді ажыратылмайтын түйіршікті немесе шынылы негізгі массалы (тек кайнотипті жыныстар үшін). Ашық сұр немесе қоңыр түсті негізгі массада ең бастысы плагиоклаздың жылтыр сеппелері бөлінеді, бірақ мүйізталшық пен биотитте болуы мүмкін. Сыртқы түрі жағынан олар базальттарға өте ұқсас, бірақ сеппелерге тән ашық түспен ерекшеленеді. Бұл базальттарда әдетте оливин мен пироксен, ал мұнда плагиоклазбен амфиболдар (биотит, пироксендер). Андезит пен андезитті сеппелер қуатты лавалы ағыстар, жабындар мен күмбездер түзеді. Камчаткадағы әрекеттегі жанартаулардың бірқатары андезитті лаваны бөледі. Олар Кавказда, Сібірде және елдің өзге аймақтарында белгілі. Андезиттер жақсы құрылыс және қышқылға төзімді материалдар болып табылады.

Диориттер мен андезиттердің пайда болуы туралы мәселе күрделі, бірақ бүгінде диориттердің екі түрі бар деп есептеледі. Бір түрі өзінің дамуында гранитидті массивтермен, гранитті магмамен байланысты. Диориттің екінші түрі габброның денелерімен байланысты, негізгі массаның (базальтты) кристаллды таралуының нәтижесі болып табылады.

Андезиттер өзінің дамуында базальттармен тығыз байланысты, өзінің пайда болуында базальтты магманың таралу үрдісіне міндетті болуы мүмкін, бірақ андезиттердің кеңінен дамуы ғалымдарды бұл өзіндік андезитті магмалардың өнімі деп санауға мәжбүр етеді.

#### **4. Сиенит –трахиттің тобы**

Бұл топ жыныстарының жалпы таралуы барлық магмалық түзілулердің 0,6% құрайды. Қалыпты сиениттерден басқа сілтілерге біраз қаныққан ерекшеліктер де бөлінеді. Қалыпты сиениттер негізінен ортоклаздан немесе микроклин мен плагиоклаздан және түсті минералдардың: мүйізталшық, пироксен, биотиттің шамалы мөлшерінен тұрады. Кейде сутада болады. егерде оның мөлшері 10-15% болса, жынысты граносиениттер деп атайды. Сыртқы пішіні жағынан сиениттер граниттерге ұқсас, бірақ соңғыларынан сутас түйіршігінің болмауына байланысты ерекшеленеді, ал граниттерде сутас үнемі жақсы көрінеді. Сиениттерге далалық шпаттардың өте жетілген түрде жақталуы тән. Бұның құрылымы граниттердің құрылымына аналогты, әдетте тең түйіршікті, бірақ секпіл тәрізді (калишпаттар сеппелер болып табылады) де болады. сиениттің түсі сұр, сары және әртүрлі қызыл дақты (жыныстың түрі далалық шпаттардың түсіне байланысты болады). Тектік жағынан сиениттер не граниттермен (гранитті магмалармен) не габбромен (базальтты магмалар) байланысты болады. өзіндік масса түріндегі сиениттер сирек кездеседі. Астасу пішіндері – штоктар, лакколиттер, кейде гранитті денелермен байланысты болады. Ірі өзіндік массалар ретінде Оралда кең таралған, Орта Азияда, Кольск түбегінде, Украина мен Сібірде дамыған, Оралда темір кені мен мыстың кенорындары сиениттермен байланысты.

Сиениттерде далалық шпат толығымен сілтілі болғанда (ортоклаз, микроклин, альбит) және қою түстері эгирин, арфвидсонит, рибектит түрінде көрінгенде жынысты сілтілі сиенит деп атайды.

Сиенит –секпілдер – сығылмалы жыныстың өкілдері. Бұлар сұр-қоңыр немесе ашық-сұр бояуды секпілді, тегіс түйіршікті емес жыныстар. Минералогиялық құрамы жағынан тереңдікті (плутонды) жыныстардан ерекшеленбейді.

Трахит – сиениттерге сай, кайнотипті эффузивті жыныс. Трахиттер сілтілі далалық шпаттардан, ең бастысы санидиннен, қышқыл плагиоклаз бен рибекиттен тұрады. Жыныстардың құрылымы тығыз массаға санидиннің мөлдір жылтыр сеппелері мен түсті минералдар енгізілгенде секпілді болады. Трахиттерге тән ерекшелік – жыныс қолға жабысатындай сынудың кедір-бұдырлы беті.



Трахитті секпілдер немесе ортофирлер трахиттердің палеотипті ерекшеліктері болып табылады және олардың мөлдірлілігі жоғалатындай далалық шпаттардың соңғыларының бөлінуімен (каолинизация) ерекшеленеді.

Әдетте бұл жыныстар базальттардың арасында ағыстар түрінде немесе үлкен емес жабындар түрінде астасады.

Сиениттер мен трахиттердің кейбір әртүрліліктері құрылыс және қышқылға төзімді материалдар ретінде қолданылады.

## **5. Гранит –липарит пен гранодиорит –дециттің тобы (қышқыл жыныстар)**

Бұл жыныстарға тән басты ерекшелік олардың үнемі кремнеземге артық қаныққандықтары болып табылады. Сондықтан да олардың минералогиялық құрамында сутас маңызды роль атқарады. Бұл минералдың мөлшері 30-40% жетеді және ол үнемі калийнатрийлі далалық шпатпен және аз мөлшерде қою түсті бөлшектердің болуында плагиоклазбен үйлеседі. Гранит пен гранодиоритті интрузиялардың өкілдері эффузивті жыныстарға қарағанда үлкен көлемдерге ие болады. Р.Дэлидің мәліметтері бойынша олар, барлық магмалық жыныстардың 48% құрайды, мұнда (габбро-базальт және диорит-андезит топтарынан ерекшелігі) олардың ішінде интрузивті жыныстардың үлесіне 35 %, эффузивті аналогтардың үлесіне барлығы 13% тиеді.

Интрузивті (плутонды) жыныстар құрамында 5-15% қою түсті минералдары бар плагиоклазбен, сілтілі далалық шпатпен, сутаспен қойылған секпіл тәрізді ашық түсті боялған жыныстар немесе теңтүйіршікті болатын гранитоидтер деген ортақ атауға ие.

Граниттер – орташадна ірі түйіршікке дейінгі әдетте массивті түзілімді, құрамында аз мөлшерде түсті минералдары бар сутасты-далалық шпатты жыныстар болып табылады. Сутас үнемі оқталмаған көзбен жақсы көрінетіндіктен макрожинақтық граниттер өте жеңіл анықталады. Граниттердің жалпы ашық бояуы оларда басымдылық көрсететін калийлі шпатқа бағынышты болады. Бұл минерал әртүрлі бояуға ие: граниттер ақ, сұр, ақ-сары, қызыл, жасылтым болады. сутас сирек ақ түсті болады, ол әдетте қою сұрдан-қара түске дейін болады. сутастың бар екендігін граниттің үгілген бетінде де жеңіл көруге болады, ол минерал ретінде өте берік, жайылған далалық шпаттардың арасында болады.

Минералогиялық құрамы бойынша гранитті қалыпты немесе избестасты-сілтілі және сілтілі деп екі топқа бөлуге болады.

Қалыпты граниттің құрамында калийлі далалық шпат (40%); қышқыл плагиоклаз (20%); сутас (30%) және биотит (5-10%) болады. плагиоклаздың рөлі калийшпаттікінен артып кеткен жағдайда жыныс толық жойылуға жеткен күйінде плагиогранитке өтеді.

Сілтілі гранит кальцийлі далалық шпаттан (65-70%); сутастан (25-30%); түсті минералдардан (5-10% шамасында) тұрады, әрі міндетті түрде сілтілі пироксен (эгирин) немесе амфибол (рибекит, арфведсонит) болуы керек.

Граниттердегі аксессуарлы минералдар магнетитпен, апатитпен, цирконмен көрінген.

Қалыпты граниттерден басты минералдарды: мусковит, турмалинді алмастыратын викарирлілері кеңінен таралған.

Қалыпты граниттердің әртүрліліктерін оның құрамындағы қою түсті минералына (биотитті, екі слюдалы – мусковит, биотитті және т.б.), құрылымдық белгілері бойынша (секпіл тәрізді және гранофирлі) бөледі. Егерде калийлі далалық шпаттың плагиоклаздың тар жиектерімен қоршалған болса, онда бұндай граниттер рапакивті граниттер деп аталады. Құрамында ромбтық пироксендері бар граниттер парнокиттер деп аталады. Құрамында түсті минералдары жоқ ликократты граниттер аляскиттер деп аталады.

Гранодиориттер диориттермен және қалыпты түрдегі граниттермен байланысты болады. Олармен бірге әртүрлі пішіндегі және өте әртүрлі көлемдегі күрделі денелерді түзеді.

Гранодиориттердің минералогиялық құрамы міндетті түрде сутастың, плагиоклазбен, калийлі далалық шпаттың болуымен сипатталады, бірақта плагиоклаз үнемі басымдылықта болады. типтік гранодиорит төмендегідей түрде көрінеді: қышқыл немесе орта плагиоклаз – 40%; калийлі далалық шпат - 20%; сутас -20%; биотит және қарапайым мүйізталшық -20%. Кейбір

гранодиориттерде калийлі далалық шпат көбірек болуы мүмкін, бірақта ол үнемі плагиоклазdan аз болады. Мұнда аксессуарлы минералдар шамамен граниттердегідей: магнетит, апатит, сфен, циркон және т.б.

Жоғарыда аталып өткендей, гранитоидті жыныстар бірнеше жүздеген, ондаған, мындаған квадрат километрлерді алатын интрузивті денелер – батолиттер пішінінде, сондай-ақ лакколиттер мен интрузивті сілемдер пішінінде болады. бұл жағдайда гранитоидтер оларға кіріктірілген жыныстардан тез ерекшеленеді. Олар сығылма және желі жүйелерімен өтеді. Үлкен кеңістіктерге таралған гранитоидтер де болады – бұл ежелгі кристаллдық қалқанның граниттері, сондай-ақ олармен тұғырлардың іргетастары да қойылған. Мұндай кристаллдар силикатты қорытпаларды кристаллдаудың нәтижесінде емес, қатты затты кристаллдаудың нәтижесінде метаморфты жолмен түзілуі мүмкін. әрине мұндай граниттерді атқылаған жыныстардың ішінде қарау қажет емес еді, бірақ өкінішке орай атқылаудың нәтижесінде пайда болатын граниттерден ерекшелендіретін объективті белгілер жоқ. Мұндай граниттерді жиі анатектік немесе кристаллдық негіздегі граниттер деп атайды.

Қышқыл құрамдағы желілі жыныстар үнемі интрузиялармен байланысты. Олар граниттерге немесе гранодиориттерге ере жүретін үлкен емес сығылмалар мен интрузивті желілерді астастырады немесе осы интрузиялардың шеткі бөліктерінде болады.

Асхисті желілі жыныстар ұсақ түйіршікті ерекшеліктер – микрограниттер мен микрогранодиориттер және секпілді – гранит – секпілдермен және гранодиорит – секпілдер түрінде көрінген. Микрогранит пен микрогранодиориттердің арасындағы ерекшелік оларға сай интрузивті жыныстардың арасындағы ерекшеліктерге ұқсас: микрограниттерде калийлі шпат басымдылық көрсетсе, микрогранодиориттерде – қышқыл плагиоклаз басым болады. ұсақ түйіршікті құрылым далалық шпаттардың сандық қатынасын анықтауды күрделендіреді. Микрограниттерден ерекшелігі микрогранодиориттерде әдетте биотитпен бірге мүйізталшықта болады.

Асхисті жыныстардың секпілді ерекшеліктерін сеппелердің сипаты бойынша ажыратуға болады. Олар гранодиорит секпілдерде – плагиоклазбен және сутаспен көрінсе, ал калийшпат тек негізгі массада бар, ал гранит – секпілдерде сеппелер калишпатпен, плагиоклазбен, сутаспен берілген.

Диасхисті желілі жыныстар – бұл басымдылықтағы гранит – аплиттер мен пегматиттер.

Гранит – аплиттер немесе жай ғана аплиттер – бұл түйіршіктерін тек лупа арқылы ғана ажыратуға болатын, ұсақ түйіршікті, сутас, далалық шпатты, ақ, кейде сәл сары немесе қызғылт жыныстар. Мұнда қою түсті минералдар жоқ деуге болады, тек биотит пен мусковиттің сирек қабыршақтарынан басқа, турмалин мен гранат кездеседі. Аплиттер желілер түрінде кездесіп, бір желінің шегінде пегматитке өтеді.

Пегматиттер құрамында үнемі ұшқыш бөлшектері мол немесе сирек элементті минералдары бар, зор түйіршікті сутас далалық шпаттар. Зор түйіршікті құрылым осы жыныстардың басты ерекшелігі болып табылады. Бір желінің шегіндегі орындарда құрылым кескіндік (өзіндік пегматитті) болуы да мүмкін. Мұндай жыныстарды жазба граниттер деп атайды.

Пегматиттердің түзілу мәселесі қиында, даулы болып табылады. Бертінде дейін пегматиттер ерекше, ұшқыш бөлшектерге өте бай қалдықты магманың кристаллдануының өнімдері деп қаралып келді. Сондықтан да әдетте пегматиттерді құрғақ қалдықты магманың кристаллдануының нәтижесі ретінде қаралып келген аплиттерге қарсы қойып келді. Қазіргі уақытта петрографтар барлық пегматиттер немесе олардың көп бөлігі қатты жағдайдағы аплитті, микрогранитті немесе гранит – секпілді желілерді немесе тіпті граниттердің өздерін қайта кристаллдаудың нәтижесі болып табылады деген пікірге келді. Бұл қайта кристаллдау постмагмалық ерітінділер мен газдардың әсерімен туындаған.

Пайдалы қазбалар тектік жағынан граниттермен байланысқан, өте әртүрлі. олардың барлығы постмагмалық қызметпен байланысты. Бұл қалайы, вольфрам, молибден, литий және өзге сирек, құнды элементтердің кенорындары. Олардың жартысы граниттердегі автометаморфты өзгерістермен, өзге бөлігі граниттердің кіріктірілген жыныстарға контактілі әсерімен және олардың жартысы кеңістікті кенді желілер түрінде көрінген, кей жағдайларда граниттердің интрузияларымен тектік жағынан байланысты да болады.

Гранит – жақсы құрылыс материалы. Граниттің тығыздығы құрамы көп мөлшердегі сутас пен аз мөлшердегі слюдалы далалық шпаттың жастығымен анықталады. Құрылым маңызды роль атқарады, тең түйіршікті (ұсақ және орта түйіршікті) әртүрліліктер өте берік болады.

Атқылаған жыныстардың ішінде гранит басты рөлге ие. Олар Кольск түбегінде, Украинада, Оралда, Орталық Кавказда, Алтайда, Тянь-Шяньда, Байкал маңында, Сахалинде және т.б. аудандарда белгілі.

Қышқыл құрамды эффузивті жыныстар бір жағынан граниттерге сай липариттермен және липаритті секпілдермен, екіншіден құрамы жағынан гранодиориттерге сай дациттермен және дацитті секпілдермен көрінеді.

Палеотипті және кайнотипті жыныстарды ажыратады, химиялық қатынаста олардың арасында ерекшелік жоқ. Ерекшелік ежелгі жыныстардың бірқатар құрылымдық және минералогиялық түрөзгеруінде ғана бар. Уақыт өтуімен олар шыныланып, екінші минералдардың түзулуіне бастама бола алады. Палеотипті жыныстарда далалық шпат лайлы, біршама мөлшерде үгілу үрдісіне ұшыраған. Кайнотипті жыныстарда ортоклаздың орынына саницин кездеседі, ол таза және мөлдір болып, біраздан соң ғана ортоклазға өтеді.

Липариттерді дациттерден микроскоптың немесе химиялық талдаудың көмегімен ажырату өте қиын, әрі мүмкін емес.

Липариттер немесе риолиттер граниттің кайнотипті эффузивті аналогтары болып табылады. Липарит атауы Италиядағы Липар аралдарына байланысты қойылған. Америкада риолит атауы гректің «рио» -ағымды деген сөзінен шыққан. Бұл термин липариттерде кеңінен таралған флюидалды түзілімді жақсы бейнелейді.

Сыртқы пішініне байланысты липариттер өте әртүрлі тау жыныстары болып табылады. Қара сутас пен мөлдір далалық шпаттың секпілді сеппелері не ашық ақ, сұр немесе ақ сары жасырын кристаллданған массада, немесе қою, қою қызыл, қою қоңыр, сұр, тіпті қара шынылы массаларда да болады. бұл жыныстардың арасында шынылы әртүрліліктер толығымен кеңінен таралған - бұ– обсидиан, перлиттер, пехштейн, және өзге де жанартаулы шынылар.

Липариттердің түзілімі массивті, кеуекті, флюидалды, перлитті.

Астасу пішіні – қысқа қуатты ағыстар.

Липаритті секпілдер немесе сутасты секпілдер граниттердің палеотипті эффузивті аналогтары болып табылады. Макрожинақтық жағынан бұл секпілді жыныстар ашық-сұр, сары-сұр, қызыл-қоңыр, тіпті қара түсті де болады. негізгі массасы афанитті. Қою сутастың сеппелері жақсы ажыратылады. Сеппелердің далалық шпаты липариттегілердей мөлдір емес, ақ, сары немесе қызғылтты-ақ түсті. Сутасты секпілдердің негізгі массасы жасырын кристаллды.

Құрамында сеппелері жоқ, сутасты секпілдердің ерекшеліктері фельзиттер деп аталады, қайта кристаллданудың нәтижесіндегі жанартаулық шынының есебінен пайда болатын жыныстар.

Дациттер – гранодиориттердің кайнотипті эффузивті аналогтары. Негізгі түсінде плагиоклаздың, сутас пен қою түсті минералдардың (биотит, мүйізталшық) бөлінуін ажыратуға болатын афанитті негізгі массадағы ашық-сұр түсті секпілді жыныстар. Негізгі массасы шынылы.

Дацитті секпілдер – гранодиориттердің палеотипті эффузивті аналогтары, олардың дациттерден ерекшелігі сеппелері негізгі массаның шынылы құрылымына ие емес, плагиоклаздың сеппелері шынылы-мөлдір емес, лайлы, ақ болуында.

Дациттер мен дацитті секпілдер липариттер мен липаритті секпілдерге үздіксіз өтуімен байланысты.

Қышқыл қатардың қысқаша макрожинақтық петрографиялық сипаттамасын аяқтай отырып, интрузивті және эффузивті пішіндегі атқылаған жыныстардың әртүрлілігінің көпшілігін полярланған микроскоптың көмегімен ғана бекітуге болады.

Гранитоидті жыныстардың пайда болу мәселесін қарастыра отырып, олардың гетеротипті табиғатын анық көреміз. Гетеротектілік деп таралу, сіңірілу және метасоматоз үрдістерінің нәтижесі мен әртүрлі рубасылық магмалардың минералогиялық және химиялық құрамына жақын, магмалық жыныстардың түзілу мүмкіндігін айтады.

Ешкімде липариттер мен дациттер және палеотипті ерекшеліктері құрамына сай магмалық қорытпалардың кристаллдануының нәтижесінде түзіледі дегенге күмәнданбайтын шығар. Қышқылдық лаваны ататын, қазіргі жанартаулардың әрекеті де осыны көрсетеді. Соңғы

жылдары ғалымдар липариттер мен дациттердің жартысы базальтты магманың таралу өнімі ретінде пайда болып, осыған сай базальтоидті пайда болуға ие болады; ал қалған бөлігі өзіндік гранитті магма ретінде пайда болады деген пікірде.

Осы топтың тереңдіктегі жыныстарының пайда болуы күрделі мәселе болып табылады. Интрузивті-магмалық пайда болу туралы болжам бар. Оны жақтаушылар гранитоидтардың басым көпшілігі өте тереңдіктегі магмалық ошақтардан литосфераның беткі қабаттарына енгізілетін өзіндік гранитті магмадан пайда болады. Қышқыл магманың кейбір бөлшектері оның литосфераның қышқыл жыныстарын сіңіру үрдісінің қатысуымен рубасылық базальтты магманың ұзаққа таралуының нәтижесінде пайда болады. Мұндай гранитоидтар әдетте өзінің дамуында габброидтермен және диориттермен байланысты.

Гранитоидтердің метасомалық пайда болуы туралы төмендегідей болжам жасалды (оны жақтаушылар метасоматисті, трансформисті деп атайды) гранитоидтер – қорытпаларды кристаллдаудың өнімі емес, гранитофильлі компоненттермен қаныққан толтырылған бұрын болған заттар ағысының әсерімен метасомалық өзгерудің нәтижесі, бір сөзбен айтқанда граниттеу деген ұғым.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Құрылым мен текстура ұғымдарына анықтама беріңіз.
2. Интрузивтіге қандай қырылым және эффузивтіге қандай құрылым тән?
3. Қандай құрылым порфирленген деп аталады?
4. Магмалық жыныстың текстурасына мысал келтіріңдер.
5. Қандай минералдар салистікке және қайсысы фемиялыққа жатады?
6. Қандай жыныстар лейкократтық және қанайлар меланократтық деп аталады?
7. Магмалық жыныс қандай қасиеттерімен жіктеледі?
8. Қандай магмалық жыныс кремнилік қышқылдың құрамына қарай жіктеледі?
9. Қандай магмалық негіз ультраанегіздерге жатады?
10. Дунит пен перидотитті суреттеңіз.
11. Қандай пайдалы қазбалар ультраанегізбен байланысты?
12. Габброға сипаттама беріңіз. Габбро базальттен несімен ерекшеленеді?
13. Қандай жынысты лабрадорит деп атаймыз? Оның қолданылуы.
14. Диорит қандай минералдық қрамға ие?
15. Диориттің эффузивті аналогиясын суреттеңіз.
16. Гранит құрамына қандай минералдар кіреді?
17. Граниттердің құрылымы мен жекелігі қандай?
18. Граниттің қандай түрлерін білесіз?
19. Рапакивтер дегеніміз не?
20. Гранитке жайылудың қандай формасы тән?
21. Обсидиан, пемза дегеніміз не?
22. Оливин, кварц, нефелин қандай магмалық жынысқа ие?
23. Магмалық жыныстардың практикалық қолданылуы қандай?
24. Қандай магмалық жыныс желілік деп аталады? Оларды атаңыз.
25. Генетикалық ультраанегізбен және негізгі интрузиямен байланысты қандай пайдалы қазбаларды білесіз?
26. Қай металдар кенді кенорынында қышқылды интрузиямен генетикалық байланысқан?

## № 13 сабақ.

**Тақырып:** Пайда болу жағдайы, негізгі сипаттамасы және шөгінді тау жыныстарының жіктелуі. Сынық тау жынысы және оның жіктелуі.

### Жоспар:

- Жалпы мәліметтер

### - Жалпы мәліметтер

Шөгінді жыныстар магмалық, метаморфтық және бұрын жиылып қатайған шөгінді жыныстардың үгіліп ыдырауынан түзіледі. Үгіліп ыдыраған бөлшектер тау жынысына айналғанша бірнеше сатыдан өтеді.

Олар: шөгінді материалдың жаралуы, осы материалдың көшіп тасымалдануы, жаңа орынға жетіп шөгуі, жиылуы, бірнеше түрленулерден өтіп тығыздалуы және тау жынысына айналуы. Осы аталған сатылар тетелестігі *литогенез* деп аталады.

Шөгінді жыныстар көбінесе қуысты-кеуекті болып келеді, тығыздығы төмен болады және құрамында жануарлардың (фауна), өсімдіктердің (флора) қалдықтары болады.

Шөгінді жыныстар құрамында мыналар болады:

- 1) бастапқы қатты жыныстардың үгілген бөлшектері түйірлері, ұнтақтары,
- 2) химиялық реакциялардан түзілген қосылыстар,
- 3) жануарлар мен өсімдіктердің қалдықтары түріндегі органигендік бөлшектер,
- 4) вулканогендік заттар (вулкан күлі, эффузивтік жыныстардың кесектері).

Минералдық шикізаттардың 80%-і шөгінді жыныстардан өндіріледі. Олар: мұнай, газ, темір, экзогендік темір рудалары (лимонит, каоцитті қоңыр теміртас), алюминий (бокситтер), тұздар (ас тұзы, калий тұздары, бораттар). Шөгінді жыныстарда алмастың, алтынның, платинаның, қалайының, вольфрамның, титанның, цирконийдің қорымды кендері шоғырланады. Шыны цемент, фарфор, фаянс, кірпіш өндіру үшін саз, ізбестас құм көптеп қолданылады. Сондықтан шөгінді жыныстарды зерттеудің мұнай, газ, көмір, көптеген пайдалы қазындылардың шоғырлану орындарын іздеу мен барлауда зор маданы бар.

*Тау жыныстарының бұзылуы.* Тау жыныстарының бұзылуына, яғни оның үгіліп, ыдырап бөлшектенуіне су, жел, температура, организмдер (жануарлар, өсімдіктер) әсер етеді.

Жаралуы осы факторлармен байланысты келетін шөгінді жыныстар үш топқа бөлінеді:

- 1) механикалық шөгінділер,
- 2) химиялық шөгінділер,
- 3) органикалық шөгінділер.

Кейбір жағдайда жеке қарастырылатын биохимиялық шөгінділер химиялық және органикалық шөгінділердің екеуіне ортақ болады.

Үгілу, ұсатылу, уатылу, мүжілу әсерінен пайда болған кесекті шөгінділерді механикалық шөгінділер деп атайды. Бұларға саз, құм, қиыршықтас, малтатас, дөңбектас, мореналар сияқты борпылдақ жыныстар және осылардың есесінен қатайып біріккен құмтас, сазтас (алевролит), женттас, малтатас, конгломерат т. б. жатады.

Тау жынысын құраушы минералдардың тотығуы, еруі, қайта кристалдануы, қарапайым бөлшектерге ыдырауы нәтижесінде пайда болған шөгінділер химиялық шөгінділер деп аталады.

Мұның мысалы ретінде көлдерде, шығанақтарда тұнған әр түрлі тұздарды атауға болады.

Өсімдіктер мен темен сатылы жануарлардың, (жәндіктердің) тіршілік әрекетінен пайда болған шөгінділерді органикалық шөгінділер деп атайды. Бұлардың мысалы ретінде торфты, тас көмірді, қоңыр көмірді, жанар тақтатастарды, мұнайды келтіруге болады. Шөгінділердің осы түрлері табиғатта үздіксіз өтіп жатады. Механикалық шөгінділер ірілігі әр түрлі кесектерден, құмнан, саздан құралады. Химиялық және органикалық шөгінділер массасының 50%-ке жуығы химиялық және органикалық қалдықтардан тұрады.

Аталған топтар өз ішінде тағы бірнеше кластарға ажыратылады. Механикалық шөгінділер кесектерінің ірілігіне және жыныс құрамындағы мөлшеріне қарай ірі кесекті (псефитті), орташа кесекті (псаммитті), ұсақ кесекті (алеверитті) вулкандық-эффузивтік шөгінділерге ажыратылады. Сазды шөгінділер минералдық құрамына қарай каолинитті, сулы слюдалы, монтмориллонитті, хлоритті болып бөлінеді. Химиялық және органигендік жыныстарға алюминийлі, темірлі,

марганецті, кремнийлі, карбонатты, фосфатты жыныстар, эвапориттер (тұздар), каустобполиттер кіреді. Шөгінділердің тығыздалуы цементпен бірігуі, кристалдануы *диагенез* деп аталады. Жердің терең қабаттарында температура, қысым, ерітінділер әсерінен шөгінді жыныстардың құрамындағы суынан айырылып қайта кристалдануы катагенез деп аталады. Шөгінді жыныстардың құрылымы кесектердің мөлшері, пішіні, органикалық қалдықтардың сақталуын көрсетеді. Түзілімі жыныс құрылысының ерекшелігін, бөлшектердің қуыстарды толтыруын сипаттайды. Минералдың құрамы жөнінен шөгінді жыныстар мономинералды (бір минералды), полиминералды (көп минералды) болып ажыратылады.

**Шөгінді жыныстардың сипаттамасын кестеден керуге болады.**

Жыныстар тобы	Кесоктің аталуы.	Борпылдақ жыныстар		Цементтелген жыныстар	
		Үшкір кырлы кесекті	Қырлы кесекті	Қырлы кесекті	Жұмыр кесекті
1	2	3	4	5	6
Ірі кесекті	Ірі кесек 1000 мм ден ірі	Ірі кесекті (жакпар тастар)	жыныстар	Ірі кесекті (дөңбек- тастар), женттас-тар	Конгломе- рат
	Дөңбектас (Қойтас) 100- 1000	Қырлы сүйірлі дөңбектас (қойтас)	Дөңбектас ыжыныс	Дөңбектаста р женттасы	Конгло- мерат
	Малта 100-10 гравит, Сіңіртас Қиыршықтас	Қиыршықтас Сіңіртас қиыршықтас	Малтатас Қиыршықт ас	Женттас Сіңіртас	Конгло- мерат Қиыршықта с
Құмды жыныс-тар	0,1 — 1 0,5—0,1 0,1—0,25	ірі түйірлі құм орта түйірлі құм ұсақ түйірлі құм		Құмтастар	
Алевритті жыныстар	Алевриттозаң 0,01—0,1	Құмайт (алеврит тозаң) Туфтар,	Туффиттер	Алевролит	Лесс
Зулкандық шөгінділер	Вулкан кулі, лапилдер	вулкандық бомбалар, күлдері			Туфогендік жыныстар

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ненің арқасында шөгінді тау жыныстары пайда болады?
2. Желдету процессін сипаттаңыз.
3. Механикалық және химиялық дифференциалдаудың мәні неде?

4. Диагенез дегеніміз не?
5. Шөгінді жыныс қалай жіктеледі?
6. Пайда болу орнына байланысты шөгінді жыныстар қалай бөлінеді?
7. Шөгінді жыныстар қалай жайылады?
8. Шөгінді жыныстарға қандай минералдар тән?
9. Қандай құрылым детритустық деп аталады?
10. Сынық жыныс қандай қасиеттеріне байланысты жіктеледі?
11. Жарықшық, галечик және құм дегеніміз не?
12. Брекчи мен конгломератқа сипаттама беріңіз.
13. Орта сынықтығы қандай тау жыныстары жатады? Олар жайлы айтыңдар.
14. Құм мен құмдақтардың практикалық маңызы қандай?
15. Сары топырақ дегеніміз не? Оның шығу тегі қандай?

**№ 14 сабақ.**

**Тақырып:** Пелиттер (құмдар). Химиялық және биологиялық жыныстар.

**Жоспар:**

1. Пелиттер
2. Хемотекті және биотекті жыныстар

**1. Пелиттер**

Құмдар, цементтелген құмдар диагенез (бопылдақ жыныстардың цементтелу, қатаю нәтижесінде өзгеру) арқылы құмтастар пайда болады.

**Құмдар** әртүрлі минералдардың кесектерінен тұрады. Олардың түсі минералдардың түсіне байланысты (мысалы: ақ түсті кварцтан құралады, сарғыш қоңырлы теміртастан құралған, алқызылды гранаттардың болуымен, қара түсті магнетиттердің, хромиттердің, ильмениттердің болуымен сипатталады).

Құмдардың құрамында әрқашанда кварц, далалық шпаттар, слюда, топаз, циркон болады.

Миинералдардың санына байланысты құмдар келесіде түрлерге бөлуге болады:

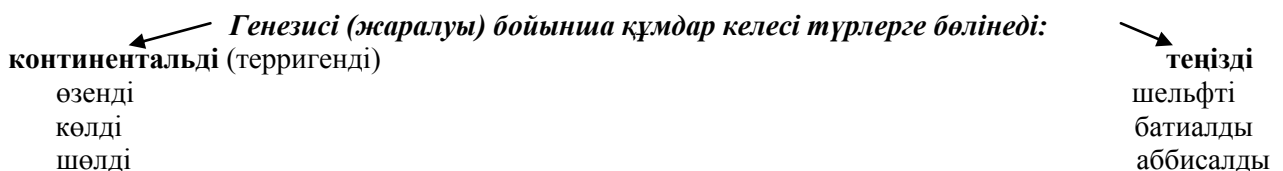
1. мономинералды – бір минералдардан түзілген
2. олигомикті – екі немесе үш минералдардан түзілген
3. полимикті – үштен көп минералдардан түзілген

**Құмдар**

1. аркозды – құрамы негізді эффузивті кесектерінен түзілген, қою түсті
2. граувакті – тек далалық шпаттардан түзілген, ашық түсті

**болады.**

Құрылымы бойынша псамитті, бірақ мөлшері бойынша ірітүйіршікті 1-2мм, ортатүйіршікті 1-0,5 - 0,25мм, ұсақтүйіршікті 0,25-0,01мм.



Астасу пішіні: тақташа, линза, қат-қабат.

Қоладануы: шыны жасауда, металлургияда; фаянс, форфор, керамикада жасауда, құрылыста.

ПҚК: алтын, күмістің шашыранды кеңорындары, коллектор

Борпылдақ түрі: құмайт (алеврит), лёсс.

Цементтелген түрі: құмайттастар (алевролит)

*Құмайттар* деп жіңішкетүйіршікті (тонкозернистые) шантәріздес жыныстар, олардың жаралуы теңізді, өзенді, эолды.

*Лёсс* ашық сары түсті біркелкі жыныс, құрамында кварц (50%), саз (20%), кальцит (30%). Оған сипатты: жоғары кеуектілігі, сусініргіштігі.

*Құмайттастар* өзімен цементтелген лёсс немесе массивті сугликаларды көрсетеді. Құмайттастарда цементі көбінесе ізбесті немесе кремнийлі. Суда суланбайды (не размокает).

Борпылдақ түрі: саз.

Цементтелген түрі: сазтастар

Саздардың түсі сарғыш, алқызыл, сұр, қара, қызыл.

Минералдық құрамы: каолинит, монтморинолит

Құрылымы: пелитті

Түзілімі: қат-қабаттылықты, массивті тығыз түрлерге

Астасу пішіні: тақташа, линза, қат-қабат

Саздарда кеуектілігі болуымен суды жақсы сініреді. Кеуектер суға толған кезде ол суды өткізбейді.

Қолдануы: керамикалық ыдыс, форфор, фаянс, басқа өндірістерде.

Сазтастар – цементтелген саздар. Олар өте тығыз жыныстар, суланбайды, соққан кезде үшкірбұрышты кесектерге сынады.

## 2. Хемотекті және биотекті жыныстар

Химиялық және биохимиялық тұнбалар әр түрлі реакциялардың нәтижесінде ерітінділерден түсу жолымен пайда болады.

Осы реакциялар ерітінділердің температурасы өскен кезде және ағзалардың әрекеттесуімен байланысты. (ағзалар өз өанқалрына кейбір қосылыстарды жұтып конценттрациялайды «кальцит, кремнезем, фосфаттар»)

Диогенез сатысында осы тұнбалардан химиялық және биохимиялық шөгінді жыныстар пайда болады.

Химиялық және биохимиялық жыныстар – химиялық шөгінді дифференциация өнімдері.

Химиялық және биохимиялық шөгінді жыныстардың түрлері:

- Латериттер мен бокситтер (аллиттер)
- темірлі жыныстар
- марганецті жыныстар
- фосфориттер
- кремнийлі жыныстар
- карбонаты жыныстар
- тұздар

**Бокситтер** қызыл-қоңыр, қызғылт-қызыл бояуға ие, бірақ ашық сұр, тіпті қара түсті де бола алады. Жалпы алғанда бокситтердің бояуы қоспаларының құрамымен және мөлшерімен анықталады. Бокситтер борпылдақ, тығыз, тіпті шыныныда тырнайтын болады. Құрамында сазды жері бар минералдарға диаспор, бемит, гидраргиллит жатады. Олардың мөлшері 70-80% жетеді. Бокситтердің құрылысы әдетте бұршақты, бірақ пелитоморфты, афанитті, тасберішті де болады. Бокситтердің түзілуі үгітудің латеритті қыртысын қайта шөгендеудің нәтижесінде болады деген болжам бар.

Тұғырлық жағдайларда бокситтер континентті көлді-батпақты шөгінділерге үйретілген, ал геосинклинальдыларда – жағалаулы –теңіздікке үйретілген. әдетте бұл қабаттың немесе қуаты 30 м тең үлкен емес линзалардың созылуы болып табылады.



Бокситтер алюминий, абразивтер, отқа төзімділер алуда жақсы кен болып табылады. Бокситтердің кенорындары елдің европалық бөлігінде, Оралда, Сібірде белгілі.

### Кремнийлі жыныстар

Бұл түрдің шөгінді жыныстары толығымен опал, халцедон, сутас түріндегі сингенетикалық кремнеземнен тұрады. Негізінен олар аз таралған, бірақ белгілі бір аймақтарда геологиялық құрылымда маңызды роль атқарады.

**Диатомит** – ашық, ашық –сұр түсті кремнийлі жыныстар, өте жеңіл, кеуекті, ұсақ нашар дәнекерленген бөлшектер – диатоманың қабықтарымен қойылған. Диатомит сырттай қарағанда трепелден көп ерекшеленбейді. Диатомит теңіздер мен көлдерде түзіледі, құрамы жағынан қазіргі диатомитті лайға ұқсас. Диатомиттер – жас, ең маңыздысы үштік кезеңнің жыныстары болып табылады. Еділ бойында, Кавказ маңында, Донбасста және өзге аудандарда кездеседі. Диатомит изолятор (жылулық және дыбыстық), динамит өндірісінде жұтқыш пен толықтырғыш ретіндегі абразивті материал, құрылыс материалы ретінде қолданылады.

**Трепел** – ақ немесе ашық түсті кремнийлі жыныс, өте жұмсақ, тілге жабысып, суды қызғана сіңіреді. Мұнда кремнезем ең бастысы жыныстың суға бай болуына байланысты опалмен көрінген, өте жеңіл, меншікті салмағы екіден аспайды. Трепел саз бен глаукониттің, құмның қоспасындағы радиолярлы бақалшалармен қойылады. Тереңсулы радиолярлы лай тығыздалып, өзгерулерге ұшырып, трепелге айналуы мүмкін.

Трепел Украинада, Смоленск пен Орловск облыстарында мелдік және үштік шөгінділердің арасында астасады. Металл бұйымдарды жалтыратуда, термоизоляцияда, қышқылдарды сүзуде қолданылады. Одан жеңіл және берік кірпіш дайындап, дәнекердің жоғары сорттарын қосады.

**Опока** – ашық-сұр, қою-сұр және тіпті қара кремнийлі жыныс, құрамы жағынан трепелге ұқсас. Соңғыдан үлкен дәнекерленген қаттылығымен ерекшеленеді, бірақ жеңілдігін сақтайды (меншікті салмағы 1,1-1,8 ге тең). Опока жіңішке түйіршікті опалдан, жиі бей органикалық пайда болулардан, құм түріндегі сутастың түйіршіктерінен, сазды бөлшектерден, спикул мен радиоляррийлер түріндегі ағзалардың қалдықтарынан тұрады. Кейде карбонат та болуы мүмкін. Опокалар ең бастысы борлық және үштік кезеңдерге үйретілген. Кейде карбонаттың болуы да мүмкін. Олар Оралда, Еділ бойында, Сібірде кеңінен таралған. Опока бұрыштық түйіртпектерді түзу арқылы жеңіл үгітіледі.

**Яшма** – негізінен ағзалардың қалдығындағы кристаллдық және аморфты кремнеземнің механикалық қоспаларынан тұратын қатты тығыздалған жыныстар. Яшмалар әртүрлі – қызыл, жасыл, жолақты бояулармен сипатталады. Кейбір әртүрліліктер өзіндік суреттерге ие. Бақалшалы сынықты жіңішке түйіршікті құрылымдағы жыныстар қатты әрі берік болады. Яшмалардың шығу тегі әлі күнге дейін даулы мәселе. Кейбіреулер олар радиолярлы лайлармен қайта кристаллданғанг десе, енді біреулері оларды метаморфты жыныстарға жатқызады.

Яшмалар - әртүрлі бұйымдар жасауда кеңінен пайдаланылатын жақсы зергерлік тастар.

### Ізбестасты (карбонатты) жыныстар

Шөгінді жыныстардың бұл тобына толығымен карбонаттардан тұратын жыныстар жатады. Ең көп таралған жыныстарына кальциттен тұратын ізбестастар, одан кейін доломит, доломиттелген ізбестастар мен мергелдер жатады. Соңғылары кальцитпен, аморфты кремнеземнің қоспасындағы сазды заттармен қойылған.

**Ізбестастар** – кальцитпен, кейде өте сирек аз мөлшердегі арогонитпен көрінетін толығымен толығымен көмірқышқылды кальциттен тұратын жыныстар. Ізбестастар жиі ағзалардың бақалшаларының қалдығынан тұрады.

**Бор** – саусақтардың арасында жеңіл сүртілетін, жұмсақ, ашық түсті, ақ, тұз қышқылының 10% ерітіндісінде күшті әсер ететін топырақты жыныс. Бор негізінен лаймен араласқан ағзаның қатты қаңқалық бөліктерінің қалдықтарынан тұрады.

Бор құрылыс ісінде, дәнекер және шыны өндірісінде қолданылады. Резеңке және қағаз өнеркәсібінде де қолданылады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Пелитке қандай сынық жыныстар жатады? Олардың бөлшектерінің өлшемі қандай?
2. Минералдық құрамына және шығу тегіне қарай құмдар қалай ажыратылады?
3. Аргиллит деп қандай жыныс аталады?
4. Құмды және саз бен құмнан тұратын тау жынысынан тұратын жыныстар қалай аталады?
1. Химиялық және биохимиялыққа қандай шөгінді жыныстар жатады?
2. Бокситтер қандай практикалық маңызға ие? Олардың кенорындарын атаңдар.
3. Темірлі және марганецті тау жынысытары қандай практикалық маңызға ие? ТМД және Қазақстан территориясында қай жерлерде кең таралған?
4. Фосфорит дегеніміз не?
5. Қандай кремнилі шөгінді жыныстарды білесіздер?
6. Карбонатты шөгінді жыныста атаңыз.
7. Әктастардың шығу тегі қандай?
8. Қандай әктастар қабыршақталған деп аталады?
9. Бор дегеніміз не?
10. Қазақстан мен ТМД территориясында әктастардың таралуы қандай?
11. Әктастардың қодану саласын атаңдар.
12. Әктастар доломиттен несімен ерекшеленеді?
13. Тұздардың шығу тегі қандай?
14. Қазақстан мен ТМД кенорындарында тұздар қайда орналасқан?

### **№ 15 сабақ.**

**Тақырып:** Пайда болу жағдайлары, негізгі сипаттамалары және метаморфтық тау жыныстарының жіктелуі.

### **Жоспар:**

#### **1. Жалпы түсінік**

Метаморфизмнің мынадай түрлері болады.

Термальдық метаморфизм төмен қысым мен жоғары температура әсерінен тау жыныстарының қайта кристалданып структурасын, құрамын өзгертуімен сипатталады. Мысалы ретінде избестастың мәрмәрге, құмтастардың мүйізтастарға айналуын келтіруге болады.

Динамометаморфизм тереңдегі тау жыныстарының қатпарлану процесі кезінде жоғарыдағы жыныстардың салмағынан немесе бір бағытты зор қысымның әсерінен өз структурасын, минералдық құрамын өзгертуі түрінде байқалады.

Жапсарлық метаморфизм магма температурасының, газды гидротермальдық ерітінділердің әсерінен магмалық жыныстың және онымен іргелес (жапсарлас) жыныс құрамының, өзгеруінен керінеді.

Жапсарлық метаморфизм магма температурасының, газды гидротермальдық ерітінділердің әсерінен магмалық жыныстың және онымен іргелес (жапсарлас) жыныс құрамының өзгеруінен көрінеді. Граниттер мен гранодиориттер карбонатты жыныстармен түйіскенде айналымда жүрген ерітінділердің әсерінен карбонаттар мен гранитоидтар арасында реакция жүреді. Бұл реакция басқаша айтқанда метасоматоз *метасоматизм* деп аталады. Осы метасоматоз нәтижесінде жаралған жыныс скарн деп аталады.

**Скарн** құрамындағы жаңа минералдар карбонаттардан кальцийді (Ca), гранитоидтардан кремний тотығын [SiO<sub>2</sub>] алу арқылы түзіледі. Метасоматоз нәтижесінде гранаттар, диопсид, эпидот т. б.

кальцийлі-магнийлі силикаттар құралады. Скарндарда магнетит, шеелит, галенит, сфалерит, халькопирит, пирит т. б. шоғырланады. Осы минералдар мол шоғырланғанда скарндар пайдалы казындылардың рудасы болып табылады.

Аймақтық метаморфизм зор аймақтардағы қатпарлар түзілу процесінде тереңдегі жыныстардың жоғары температура мен зор қысым әсерінен түбегейлі өзгерістерге шалынғандығынан көрінеді. *Гнейстер* аймақтық метаморфизм зоналарында кең тараған. Аймақтық метаморфизмнің инъекциялық метаморфизм аталатын түрі бар. Ол жыныс қабаттарының арасына граниттердің, пегматиттердің енуі түрінде байқалады. Осындай күрделі құрамды жыныстар *мигматиттер* деп аталады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Метаморфизм дегеніміз не?
2. Метаморфизмнің басты факторлары қандай?
3. Метаморфтық процесстердің механизмі неден тұрады?
4. Метаморфизм қандай түрлерге бөлінеді?
5. Қандай метаморфизм жергілікті деп аталады?
6. Метаморфтық жыныстар қандай жайылу түрлеріне ие?
7. Қандай метаморфтық жыныстар парагнейс және ортогнейс деп аталады?
8. Метаморфтық жынысқа қандай минералдар тән?

### **№ 16 сабақ.**

**Тақырып:** Жергілікті метаморфизмнің көрсеткіштері. Байланысты–метасоматикалық метаморфизмінің сипаты.

### **Жоспар:**

1. Жергілікті метаморфизмнің жыныстары.
2. Байланысты–метасоматикалық метаморфизмінің сипаты.

### **1. Жергілікті метаморфизмнің жыныстары**

**Сазды жіктастар:** метаморфизмнің бастапқы сатысында сазды жыныстарда пайда болады. Оларда жіктастілігі (сланцеватость) жақсы көрінеді және тақташаларға жақсы бөлінеді. Сазды жіктастардың түсі әртүрлі: сұр-жасылды, сұр, қызғылтты ккңырдан қараға дейін. Суда жібімейді. Сазды жіктастар көбінесе сазды материалдардан тұрады, жарым-жартылай жаңда пайда болған кварцтен, серициттерн, биотиттен, хлоридтен.

**Филлиттер:** бірнеше қатты метаморфталған сазды жыныстар. Олар толық кристаллданған, жінішке жіктасталған. Түстері алуантүрлі: жасылды, сұр, қара. Филлиттер сирициттен, хлориттен, биотиттен, кварцтен, далалық шпаттан. Кейбір кезде филлитерде пирит, гранаттар, андалузит сеппелеріне ие болады. Сазды жіктастармен салыстырғанда филлиттер қаттылау болып келеді. Өте көп таралған: Кавказда, Карпатта, Орта Азияда ж.т.б.

**Жасыл жіктастар таскелбеттін жыныстары.**

**Жасыл жіктастар-** осы жыныстар түсі бойынша аталған – құрамында хлориттер, тольк, серпентин, эпидот, актинолит болғандықтан жасыл болады. Осы минералдар және альбит, кварц, кальцит, мусковит, сирицит жасыл жіктастар таскелбеттердің бастапқы жынысқұраушы минералдары болып келеді. Олар текмен температура пайда болуымен сипатталады, кейбіреулері байланысты суларға ие болады.

Осы таскелбеттерге талькті, хлоритті, серицитті, актинолитті және басқа жіктастар жатады.

**Эпидот-амфиболитті және амфиболиті таскелбет жыныстар.**

Осы жыныстар қатты метаморфталған, ірі түйіршікті. Кейбір жыныстар сирицит пен хлорит сеяқтыдай қайтадан кристаллданған болып келеді, жоғары қысым мен температураға олар тұрақсыз. Эпидот-амфиболитті және амфиболиті таскелбет жыныстар негізгі жыныстар- әртүрлө кристаллданған жіктастар, гнейстер, амфиболиттер, мәрмәрлар, амфиболиттер, кварциттер, мигматиттер.

## 2. Байланысты–метасоматикалық метаморфизімінің сипаты.

Сыйдырушы тау жыныстарғы магмалық массалардың әсер ету нәтижесінде пайда болады. Негізгі факторлар: температура, ерітінділер. Газ бен сі ерітінділері байланыс (контакт) зоналарындан тыс әсер еткен кезде гидротермалды және пневмотолитті метоморфизм тұралы айтады. Осы кезде тау жыныстардың химиялық және минералогиялық құрамының өзгеруінде метоморфизм жағдайлары метасоматикалық қайта өңдеуінде қалыптасауын айтады.

### Бақылау сұрақтары:

1. Филлиттер дегеніміз не?
2. Кристаллдық қатпарлы тасқа қандай жыныстар жатады? Кристаллдық қатпарлы тастардың таралуы және минералдық құрамы.
3. Амфиболит пен кварцитті суреттеңіз.
4. Кварциттердің практикалық маңызы қандай (соның ішінде темір кварциттікі).
5. Мәрмәр дегеніміз не? Мәрмәрлардың практикалық маңызы және кенорыны.

### Тәжірибе сабақтары.

#### № 17 сабақ.

**Тақырып:** Кристаллдар моделінде симметрия элементтерін және қарапайым формалардың сингониясын анықтау.

#### Жоспар:

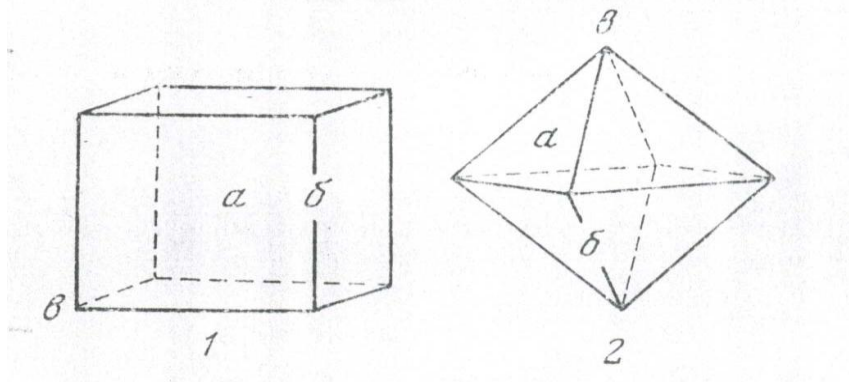
1. Кристаллдық заттардың қасиеттері
2. Кристаллдардың элементтері (элементы огранки)
3. Кристаллдардың симметриясы

#### 1. Кристаллдық заттардың қасиеттері

Кристаллдық заттарға келесі маңызды қасиеттері бар:

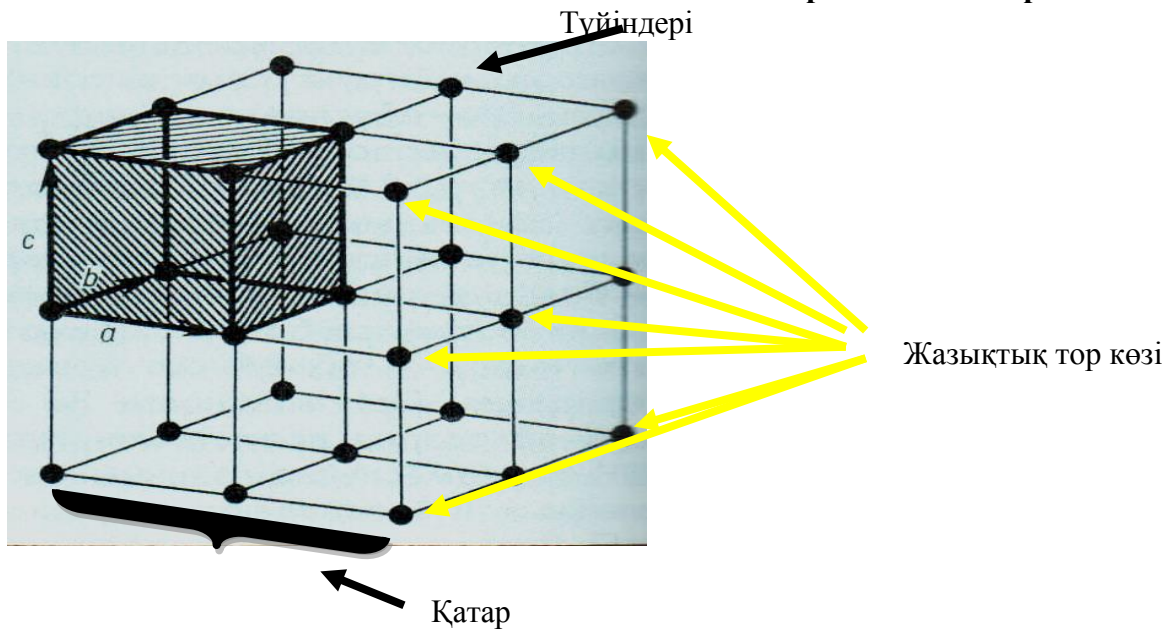
- Анизотроптылық (грекше «анизотроп» бірдей қасиетті емес) қасиеттерге параллелді бағыттарда қасиеттері бірдей, ал параллель емес бағыттарда қасиеттері бірдей емес денелер ие болады.
- Өзіұшталу қасиеті- осындай қасиетке тек кристаллдық заттар ие болады.
- Симметрия (егізпішін) – көп жақты геометриялық фигура болып табылатын кристаллдық заттардың ерекше белгісі. Осындай фигураны тұрған орнының басқа қалыпқа қайтта орналастырғанда ол өзінің бұрынғы орнына дәл үйлессе оның симметриялық қасиеті бар деп есептеді.

#### 2. Кристаллдардың элементтері (элементы огранки)

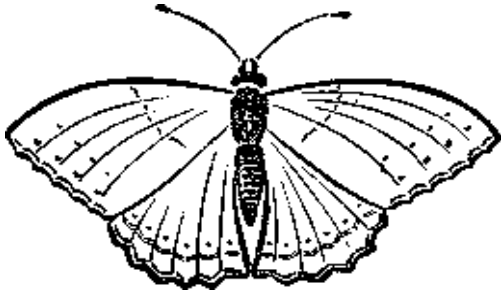


- а) қырлары,
- б) қабырғалары,
- в) ұштары.

## Кристаллдық торы:



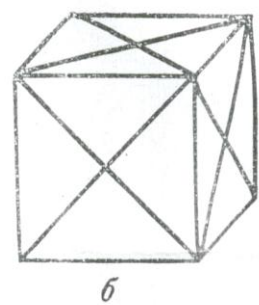
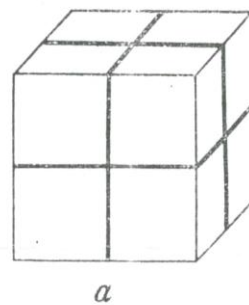
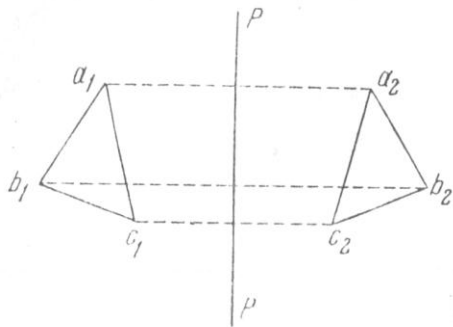
### 3. Кристаллдардың симметриясы



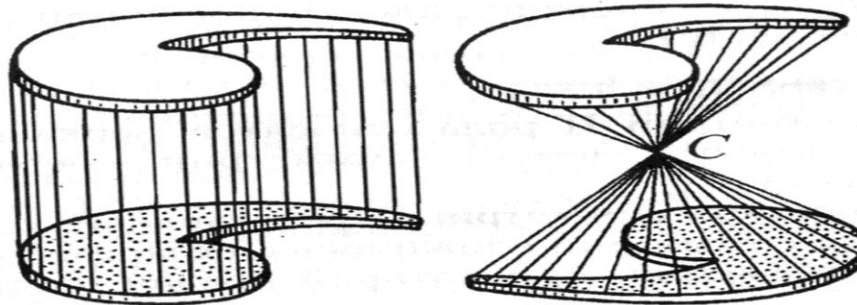
Табиғатта кездесетін симметрияның үлгісі.

#### Симметрияның элементтері:

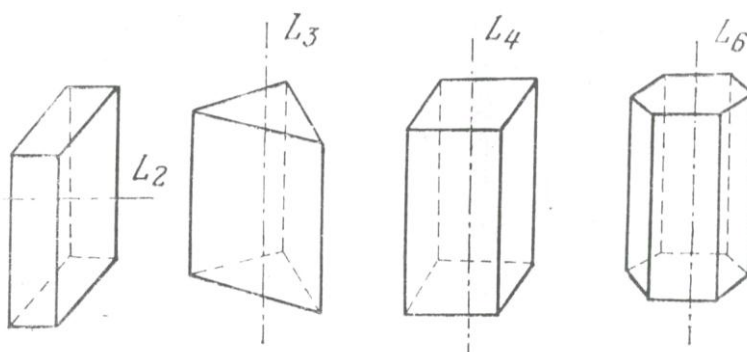
- *Симметрия жазықтығы (P)*- әрбір затты (кристаллы) айна қатесіз тең екі бөлікке бөлетін жазықтық.



- *Симметрия ортасы (C)* (кейбір кездерде «инвестиция» ортасы) - кристалдың бір-біріне тең әрі параллель қарама-қарсы жатқан екі жағының дәл ортасынан өтетін нүкте симметрия центрі немесе орталық нүкте деп аталады. Симметрияның екі осінің түйіскен жері де центр Пола алады. Айналасы шектелген фигураларда бір ғана центр болады. Центрсіз кристалдар да кездеседі.



- Симметрия осі ( $L$ )- фигураны (кристаллы) ойша жүргізілген сызықтың теңірегінде айналдырғанда оның бірдей бөліктері бірнеше рет қайталанатын болса осы сызық симметрия осі деп аталады. Симметриялық екі жазықтықтың, түйіскен жері симметриялық ось болады.



$L_2$ - симметрия осі 2 реттік,  $L_3$ - симметрия осі 3 реттік,  $L_4$ - симметрия осі 4 реттік,  $L_6$ - симметрия осі 6 реттік.

### Симметрияның 32 түрінің атаулары.

Дәрежелері	Сингония түрлері	Егізгішін түрлері
Төменгі	Триклинді	Моноэдриалық
		Пинакоидалді
	Моноклинді	Диэдриалық осьсіз
		Диэдриалық осьті
		Призмалық
	Ромбалық	Ромбо-пирамидалді
Ромбо-тетраэдриалық		
Ромбо-дипирамидалді		
Орғанғы	Тетрагональді	Тетрагональді-приамидальді
		Тетрагональді-дипирамидалды
		Дитетрагональді-пирамидалды
		Тетрагональді-трапецоэдриалық
		Дитетрагональді-дипирамидалды
		Тетрагональді-тетраэдриалық
		Тетрагональді-скаленоэдриалық
	Тригональді	Тригональді-пирамидалды
		Ромбоэдриалық
		Дитригональді-пирамидалды
		Тригональді-трапецоэдриалық
		Дитригональді-скаленоэдриалық
	Гексогональді	Гексагональді-пирамидалды

		Гексагональді-дипирамидальді
		Дигексагональді-пирамидальді
		Гексагональді-трапецоэдриалық
		Дигексагональді-дипирамидальді
		Тригональді-дипирамидальді
		Дитригональді-дипирамидальді
<b>Жоғарғы</b>	<b>Текше</b>	Тритетраэдриалық
		Дидодекаэдриалық
		Гексатетраэдриалық
		Триоктаэдриалық
		Гексооктаэдриалық

**Бақылау сұрақтары:**

1. Симметрияның элементтерін атаныз?
2. Кристаллда симметрия бар екенің қалай анықтайсыз?
3. Кристаллдарда симметрия осьтерін қалай анықтайсыз?
4. Сингония дегеніміз не?
5. Симметрияның неше түрі бар?

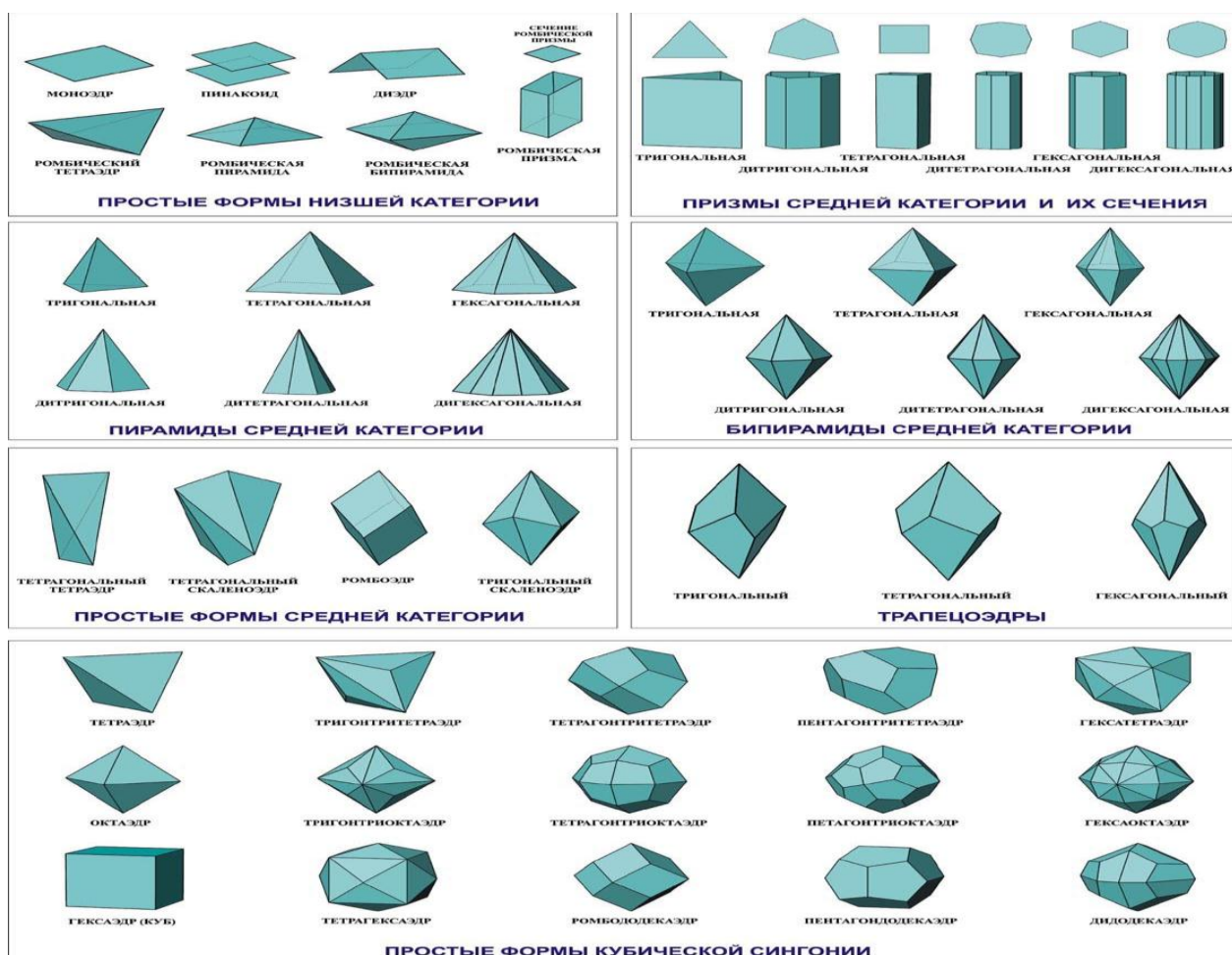
**№ 18 сабақ.**

**Тақырып:** Кристаллдар моделінде симметрия элементтерін және қарапайым формалардың сингониясын анықтау.

**Жоспар:**

1. Кристаллдардың қарапайым пішіндері.

**Кристаллдардың 47 қарапайым пішіндері.**



## Кристаллографиялық пішіндер:

Барлық жақтардан кеңістікті жапқан пішіндер (Форма, со всех сторон замыкающая пространство) (жабық пішін):

Изометриялық пішіндер – тең қырлар әр түрлі сандарға ие, тетраэдр (4 қыр); куб (6 қыр); октаэдр (8 қыр); додекаэдр (12 қыр).

Бейизометриялық пішіндер – имеют парные равные грани: ромбоэдр, бипирамида, скаленоэдр.

Барлық жақтардан кеңістікті толық жаппаған пішіндер (Форма, не полностью замыкающая пространство) (открытая форма):

Диэдр (две грани под углом).

Моноэдр (одна плоская грань).

Пинакоид (пара параллельных граней).

Призма (берилл, ортоклаз).

Пирамида (имеет от 3 до 16 граней).

### № 19 сабақ.

**Тақырып:** Минералдардың физикалық қасиетін және минералдардың морфологиясын анықтау.

### Жоспар:

1. Минералдардың морфология түрлері.

#### 1. Минералдардың морфология түрлері

**Минерал** дегеніміз, табиғи жағдайда жер қыртысында немесе жер бетінде өтіп жатқан әр түрлі физикалық химиялық әрекеттердің нәтижесінде пайда болатын, өзіндік физикалық қасиеттерінің ерекшеліктерімен ажыратылатын, ал құрамы жағынан алғанда көпшілік жағдайда кемінде екі элементтен құралған табиғи қосындылар.

#### Пішіні (морфологиясы)

Морфология минералдардың сыртқы түрі, қалыптасу жағдайына байланысты.

Минералдық агрегаттар ішіндегі ең көп тараған түрлері:

**Түйіршікті агрегаттар** минералдардың ұсақ түйіршіктерінің бір біріне қосылып, бірігіп өсуі. Кристалдық түйіршіктердің азды көпті жетілген пішіндерінің ерекшеліріне қарай әр түрлі агрегаттық пішіндер қалыптасады:

- а) изометриялық түйіршіктен құралған агрегаттар
- б) жапырақ пішіндері немесе қабыршықтан құралған агрегаттар
- в) ине агрегаттар

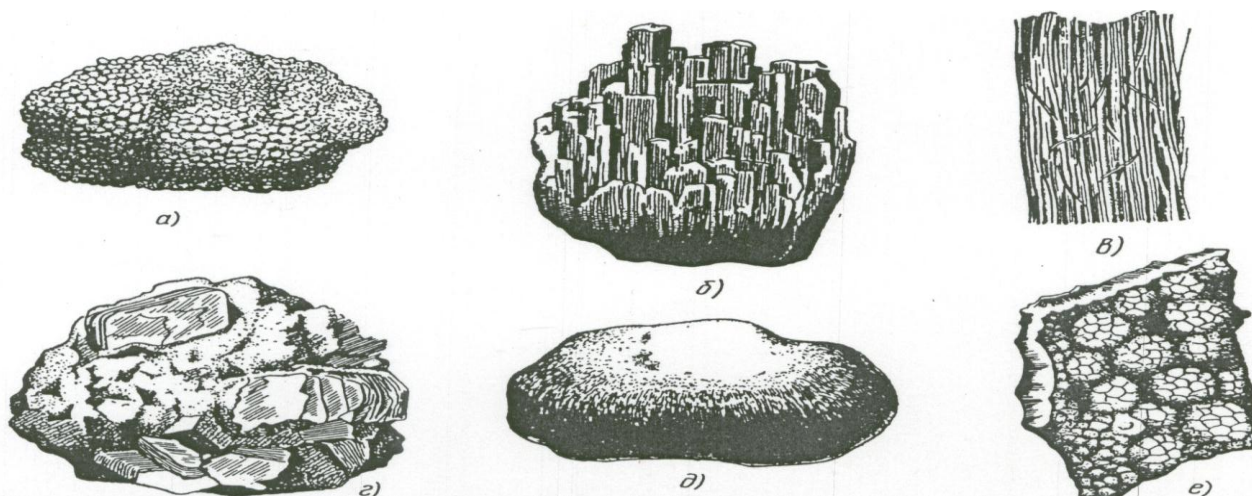


Рис. 1. Минералдардың сыртқы түрі :



*а – түйіршікті (күкірт); б – бақан тәріздес (шестоватый) (роговая обманка); в – талшық (волокнистый) (асбест); г – пластинкалы (мусковит); д – тығыз (лимонит); е – оолитті (опал)*

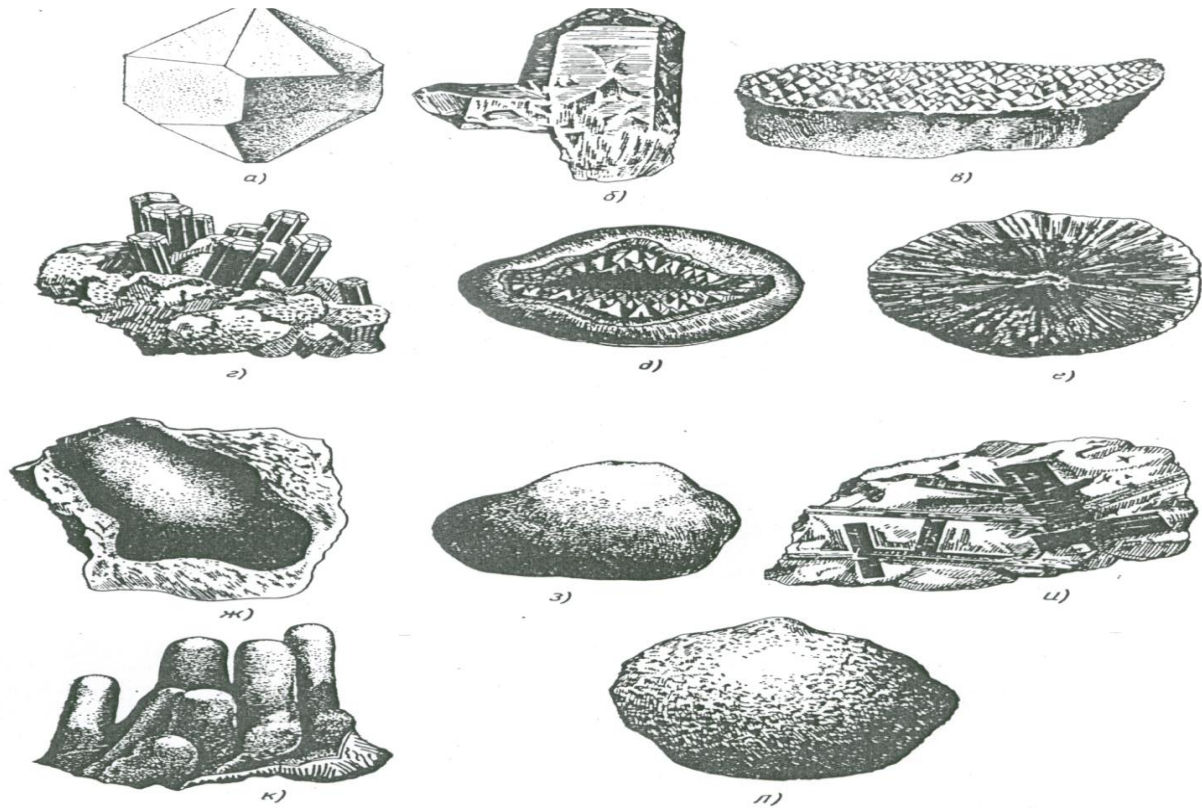


Рис. 2. Табиғатта минералдардың пішіндері:

*а- жеке кристалл (кварц); б – қосақталған (тау хрусталі); в – щетка (кварц); г – друза (турмалин); д – жеода (аметист); е – конкреция (пирит); ж – натек (опал); з – тығыз масса (магнетит); и – жыныстарға қосылымдар (вкрапления в породе) (кианит); к – сталактит (кальцит); л – топырақ тектес (землистая масса) (каолин).*

**Друзалар** азды-көпті жетілген кристаллдардың ортақ табанға бір шетімен қадалып, қатар өсіп жетуімен сипатталады.

**Қосақтар** белгілі бір заңдылықпен бірігіп, қосақтала өскен, кемінде екі кристалдан құралған агрегаттар.

**Дөңгелек пішіні агрегаттардың** қатарына секрециялар, конкрециялар және оолиттер жатады.

**Секрециялар** тау жыныстарының дөңгелек пішінді қуыстарында минералдық заттардан құралады.

**Конкрециялар** белгілі бір кристаллизациялық орталықтан оның шетіне қарай өсіп минералдық заттармен толып, дөңгелек пішіні болып құралады.

**Оолиттер** дөңгелек пішінді конкрециялық құрылысы айқын байқалатын ұсақ (10мм-ге дейін) дене түрінде кездеседі.

**Сауыстанған агрегаттар** үлкенді кішілі үнгерлер мен қуыстарда ыстық су ерітінділерінен, олардың өте баяу жылдамдықпен булануы кезінде біртіндеп кристалдануы нәтижесінде құралады.

**Топырақ тектес және тығыз агрегаттар** – экзогендік әрекеттерге байланысты құралады.

**Дендриттер** үгүлү процестеріне байланысты, тау жыныстары жарықшақтарының тік қабырғалырының ішкі бет жақтарын түгелдей жуып, өзіндік жұқа қабық құрайтын немесе әр түрлі құбылмалы бояулар түрінде кездесетін агрегаттар.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Минерал дегеніміз не?
2. Друзалар дегеніміз не?
3. Қосақтар дегеніміз не?
4. Сауыстанған агрегаттар қандай түрлерге бөлінеді?
5. Оолиттер дегеніміз не?
6. Друза дегеніміз не?
7. Морфология дегеніміз не?
8. Қандай пішіндер тағы бар?
9. Секреция дегеніміз не?
10. Конкреция дегеніміз не?

### **№ 20 сабақ.**

**Тақырып:** Минералдардың физикалық қасиетін және минералдардың морфологиясын анықтау.

### **Жоспар:**

1. Минералдардың негізгі физикалық қасиеттері.

### **2. Минералдардың негізгі физикалық қасиеттері:**

- Минералдың түсі
- Минералдың сызылу түсі
- Жылтырлығы
- Қаттылығы
- Жымдастығы
- Мөлдірлігі
- Тығыздығы

**Түсі.** Минералдар химиялық құрамына, құрылыс ерекшеліктеріне және қоспаларына қарай әр түрлі

бояуларға бояланады.

**Сызылу түсі (дағы)** ұнтақталған күйдегі түсі.

**Жылтырлығы.** Минералдардың жылтырлығы олардың жарық сәулесін жұту, сындыру немесе шағылыстыру қабілеттеріне қарай анықталады.

*Ол металды және бейметалды болып бөлінеді. Металды жырттырлық мөлдір емес минералдарға тән(перид, галенит, бейметалға алмасты, шыны, майлы, метілік жатады.*

**Мөлдірлігі** минералдардың жарық өткізгіштік қасиетін айтады.

**Сынғыштығы** минералдардың қаттылығымен байланысты.

**Жымдастығы.** Минералдардың белгілі бір бағытта параллель жақтар құрап, жекеленген жұқа қабаттарға

бөлшектеніп жіктелу қасиеті.

Ол 4 бөлінеді:

А) *Өте жетілген жымдастық (слюдаларға тән)*

Б) *Жетілген жымдастық*

В) *Анық (орташа) жымдастық соққан кезінде сынықтар жартылай жымдастылық жазықтығымен шектелген сынықтың қисық беттеріне ие болады.*

Г) *Омырылымды жымдастық*

**Қаттылығы.** Сыртқы күштердің механикалық әсеріне минералдардың қарсыласу дәрежесі.

**Моостың қаттылық кестесі**

<b>Аты</b>	<b>Формуласы</b>	<b>Қаттылығы</b>
<b>Тальк</b>	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	<b>1</b>
<b>Гипс</b>	$Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$	<b>2</b>
<b>Кальцит</b>	$Ca[CO_3]$	<b>3</b>
<b>Флюорит</b>	$CaF_2$	<b>4</b>
<b>Апатит</b>	$Ca_5[PO_4]_3(F, Cl)$	<b>5</b>
<b>Далалық шпат (Ортоклаз)</b>	$K [AlSi_3O_8]$	<b>6</b>
<b>Кварц</b>	$SiO_2$	<b>7</b>
<b>Топаз</b>	$Al_2[SiO_4](F, OH)_2$	<b>8</b>
<b>Корунд</b>	$Al_2O_3$	<b>9</b>
<b>Алмаз</b>	$C$	<b>10</b>

Минералдардың қатталығы:

А) жумсақ минералдар тырнақпен өте сызылат (тальк, гипс, графит)

Б) Қаттылығы орташа (ангитрит, кальцит) шыныға сызық түсіре алмайды, ал тырнақпен сызылмайды

В) Қатты минералдар (кварц, дала шпаты) шыныға сызық қалтырады, кварцта сызық қалтыра алмайды.

Г) Өте қатты минералдар (топаз, корунд, алмас) кварц бетіне сызық қалтырады.

*Өзге қасиеттеріне магниттілік, радиактивтілік және исі, дәмін де атап кетуге болады.*

*Магниттілігін анықтау үшін минералды компастың бүйірінен 2-5 мм қашықтықтағы тіліне апару керек.*

*Радиоактивті минералдар әдетте радиоактивті құлау өнімдерінің араластырушы минералдың кристалдық торына әсер етуінің нәтижесінде пайда болатын сары-қоңыр ореолмен қоршалыды. Мұндай ореол әсіресе далалық шпаттарда анық көрінеді.*

**кесте 1. МИНЕРАЛДАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ (КЛАССИФИКАЦИЯ)**

<b>Класс</b>	<b>Минерал (мысал)</b>	<b>Химиялық формуласы</b>
Жеке элементтер	Алтын	Au
Сульфидтер (немесе күкіртті қосылыстар)	Киноварь	HgS
Тотықтар	Гематит	$Fe_2O_3$
Гидрототықтар	Лимонит	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
Галоид	Флюорит	$CaF_2$
Карбонат	Кальцит	$CaCO_3$
Нитраттар	Калиевая селитра	$KNO_3$
Бораты	Бура	$Na_2B_4O_5(OH)_4 \cdot 8H_2O$
Фосфаттар	Апатит	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl)$
Сульфаттар	Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Хроматтар	Крокоит	$PbCrO_4$
Вольфраматтар	Шеелит	$CaWO_4$
Силикаттар	Альбит	$NaAlSi_3O_8$

**Бақылау сұрақтары:**

1. Минералдардың қандай физикалық қасиеттері бар?
2. Моос кестесін атап шығыңыз?
3. Моос кестесі не үшін пайдаланады?
4. Сызылу түсі дегеніміз не?
5. Сызылу түсті қалай анықтайсыз?
6. Сызылу түс және минералдың түсі бір бірімен сәйкес бола ма?
7. Қаттылық дегеніміз не?

**Қолданылған әдебиеттер:****Негізгі оқу әдебиеттері.**

1. А.В.Миловский Минералогия және петрография. М., Недра, 1985.

**Қосымша әдебиеттер.**

1. О.Н.Белоусова, В.В.Михина Петрографияның жалпы курсы. М., Недра, 1972 ж.
2. А.Г.Бетехтин Минералогия. Госгеотехиздат, 1950.
3. С.А.Гумешевский, В.М.Киршон, Г.П.Луговской Кристаллография және минералогия. М., Жоғарғы мектеп, 1972 ж.
4. А.М.Даминова Магмалық тау жыныстарының петрографиясы. М., Недра, 1967 ж.
5. Н.В.Логвиненко Шөгінді жыныстардың петрографиясы. Жоғарғы мектеп, 1984 ж.
6. Н.А.Смольянинов Минералогия бойынша практикалық жетекшілік. М., Недра, 1972 ж.