

А.Т.Бекботаев

**ПЕТРОГРАФИЯ
ЖӘНЕ
ПЕТРОЛОГИЯ**

Пікір берушілер: Геология-минералогия ғылымдарының докторы,
профессор О.Б.Бейсеев, В.И. Ленин атындағы Қазақ политехника-
лық институтының доценті Т.М.Альжанов

А.Т.Бекботаев

"Петрография және петрология". II бөлім /оқу құралы/.
Алматы.

Республикалық баспа кабинеті. 1992 ж. 198 бет.

Кітапта магмалық және метаморфтық жыныстардың жүйесі,
құрамы, құрылысы, жатыс пішіні және жаратылысы сипатталған.

Оқу құралы техникалық жоғары оқу орындарының "Геология-
лық картаға түсіру, кен орындарын іздеу және барлау" маман-
дығының бағдарламасына сай жазылған. Кітаптың болашақ геолог-
мұнайшыларға, тау-кен инженерлеріне де көмегі тиері сөзсіз.

Баспаға В.И. Ленин атындағы Қазақ политехникалық
институтының өдістемелік кеңесі ұсынған.

ISBN 5-8380-0670-6.



А.Т.Бекботаев

МАГМАЛЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ

Бұл бөлімде магмалық тау жыныстары А.Н.Заварицкий жүйесі бойынша жеті топқа бөлініп, олардың петрографиялық сипаттамасы жеке-жеке қаралады.

ПЕРИДОТИТ ТОБЫ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Перидотит деген терминді геологиялық әдебиетке 1816ж француз геологы Кордье кіргізген. Ол бұл терминмен оливині көп базальтты атаған. 1887 ж. неміс петрографы Розенбуш осы терминді дала апаты жоқ оливин мен пироксеннен тұратын интрузивтік жынысқа пайдаланған. Қазіргі кезде перидотит термині осы мағынада қолданылады. Дала апатсыз жыныстардың ішінде перидотиттің көп тарағаны болғандықтан осы топ соның атымен аталады.

Бұл топ жыныстарын аса негізді жыныстар, ультрабазиттер не гипербазиттер деп атайды. Бөрінің мағынасы бірдей, себебі "ультра", -гипер" грекше аса, өте жоғары, ал "базис" негіз деген сөз.

Перидотит тобының жыныстары басқа жыныстармен салыстырғанда Жер қыртысында аз тараған. Барлық магмалық жыныстардың ішінде олар 0,4 % қана кұрайды. Бұл топта негізінен интрузивтік жыныстар дамыған, ал олардың эффузивтік үйлесі өте сирек кездеседі.

Перидотит тобының басты минералдары темір-магнийлі силикаттар – оливин мен пироксендер. Аздап биотит, плагиоклаз, горнбленд кездеседі. Кейбір түрінде горнбленд басты минерал болып келеді. Құрамында негізінен темір мен

магнийдің минералдары болғандықтан, оларды ультрамафиттер деп те атайды. Акцессорлық минералдардан шпинель, платина, магнетит, хромит, апатит, титаномагнетит, перовскит, шорломит кездеседі. Оливин, ромбылық пироксен бойынша туынды серпентин, тальк, карбонаттар, моноклиндік пироксендер бойынша горнбленд, уралит, хлорит, эпидот кездеседі. Осылардың ішінен әсіресе жиі кездесетіні серпентин. Көп жағдайда ультрабазиттер постмагмалық процестерде түгелдей серпентиниттерге айналады.

Перидотит тобының жыныстарының минералдық құрамының ерекшелігі химиялық құрамда айқын байқалады. Бұл жыныстарда басқалармен салыстырғанда кремнезем мөлшері әлдеқайда аз, ол 45 % - тен аспайды. Сондықтан да оларды аса негізді жыныстар деп атайтыны. Қалған химиялық элементтердің мөлшері мынадай: Al_2O_3 - 2-4, $FeO+Fe_2O_3$ - 10-12, MgO - 10-50, CaO - 0-15, $MnO+K_2O$ - 1%-тен аспайды.

Интрузивтік жыныстар

Аса негізді интрузивтік жыныстардың ішінен мынадай түрлері бөлінеді: дунит, перидотит, пироксенит, горнблендит.

Дунит. Бұл жыныс негізінен оливиннен тұрады, қосымша минерал ретінде пироксендер кездеседі. Пироксеннің ромбылық та /энстатит, гиперстен/, моноклиндік та /диопсид, авгит/ түрлері кездеседі. Бұл жыныстың атын Зеландиядағы Дун деген таудың аты бойынша 1854 ж. Хохштеттер қойған. Ол бұл жерде жынысты бірінші рет егжей-тегжейлі тексерген. Дунитте акцессорлық минералдар негізінен хромит пен магнетит болып келеді. Егер акцессорлық тек минерал тек магнетит болып келсе, онда ондай дунитті оливинит деп атайды. Дунитте хромит көбінесе дұрыс пішінді, ал магнетит пішінсіз болып келеді. Дунитте хромиттен басқа шпинель мен платина да кездеседі.

Дунит сағғыш-жасыл, жасылдау-сұр орта не ұсақ түйірлі жыныс. Өзгермеген күйде сирек кездеседі. Әдетте дунит

өзгеріп, азда-көпті серпентинделеді, көп жағдайда түгелдей серпентинитке көшеді. Мұндай өзгерген дуниттің түсі қою жасыл, тіпті қара болады, сырт пішіні тығыз келеді. Дунит серпентинделгенде меншікті салмағы 3,3-тен 2,6-ға дейін төмендейді.

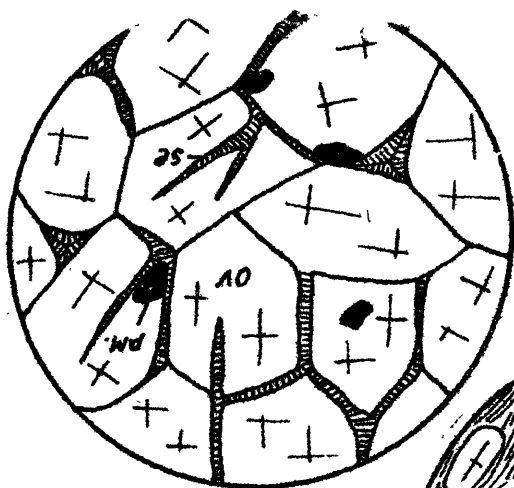
Дуниттің текстурасы шомбал, структурасы изометрия түйірлі /96 - сурет/ болып келеді. Серпентинделген түріне тор тәріздес структура тән / 97 - сурет/. Мұндай жыныста тор көзінің ортасында оливин мен пироксеннің дөңгелек пішінді жұрнағы болады. Оливин темірлі болып, серпентинделу қатты болған жағдайда, серпентиннің ішінде оливиннің пішінін сақтай магнетиттің ұсақ түйірлері орналасады.

Дуниттің серпентинделуі гидротермалық ерітінділердің әсерінен болады. Бұл процесс аз тереңдікте болады, себебі серпентинделу көзінде жыныстың көлемі өседі. Дуниттің өзгеру процесінде серпентиннен басқа тальк, карбонаттар пайда болады.

Перидотит оливин мен пироксендерден тұрады,. Олардың сан мөлшері шамалас болады. Перидотит басқаларға қарағанда кең тараған жыныс. Ол пироксениттен 40 есе көп дамыған. Перидотитте қосымша минерал ретінде горнбленд, флогопит, гранат кездеседі. Акцессорлық минералдар хромит, магнетит, шпинель. Кейде перидотитте негізді плагиоклаз бен сфен кездеседі. Оливин мен ромбылық пироксен бойынша серпентин, моноклиндік пироксен бойынша актинолит, хлорит, кальцит дамыды.

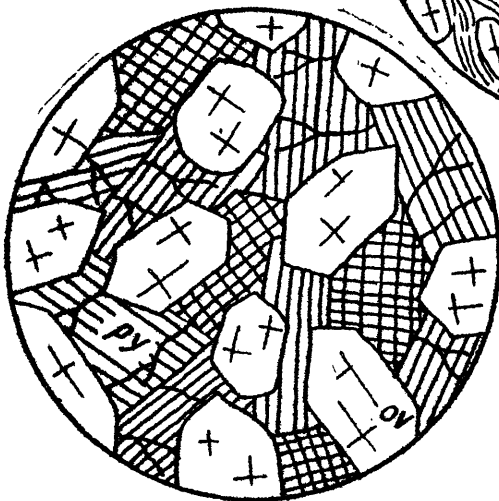
Перидотиттің ішінен басты минералдары бойынша гарцбургит, верлит, лерцолит деген түрлері бөлінеді. Гарцбургит оливин мен ромбылық пироксеннен, верлит оливин мен моноклиндік пироксеннен, ал лерцолит оливин мен екі пироксеннен тұрады. Қосымша минералдар бойынша перидолиттің басқа да түрлері бөлінеді.

Перидотит-түсі қара, жасылдау, орта, кейде ірі түйірлі жыныс. Тектурасы шомбал, кейде шырлі не теңбіл болады. Көзбен перидотит дуниттен пироксеннің болуымен ажы-



96-сурет.
Дунит, структурасы
изометриялык. Көз аяси
2,5 мм

97-сурет. Серпентинделген
дунит, структурасы тор төріз
дес. Көз аяси 2,5 мм



98-сурет. Перидотит,
структурасы гипидиоморфт.
Көз аяси 2,5 мм

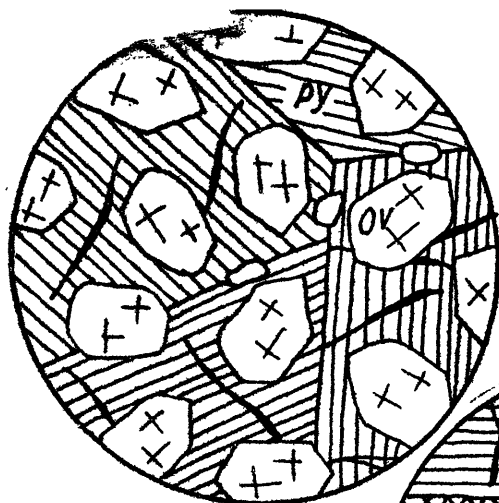
ратылады, өйткені пироксеннің жылдастығы жақсы жетілген де, оны жылдастығы нашар оливиннен оп-оңай ажыратуға болады.

Перидотиттің структурасы көбінесе гипидиоморфтық /98 - сурет/ болып келеді, оливин пироксенге қарағанда тұрпатты түйірлер ғ кұрайды. Кейде оливиннің тұрпаттылығы соншалықты, структура пойкилиттіге көшеді /99- сурет/. Серпентинделу кезінде оливин оңай өзгереді де, пироксен жынысты порфир бөлігі сияқты қалып қояды.

Пироксенит аса негізді жыныстардың ішінде аз тараған. Ол пироксендерден тұрады. Олардың құрамына қарай пироксениттердің ішінен мынадай түрлері бөлінеді: 1/ энстатит - ромбылық пироксен энстатиттен тұрады, 2/ бронзит - бронзиттен, 3/ гиперстенит - гиперстеннен, 4/ диаллазит - моноклиндік пироксен диаллазиттен, 5/ аебстерит - ромбылық және моноклиндік пироксеннен тұрады. Қосымша минерал ретінде оливин, горнбленд, биотит, плагиоклаз кездеседі. Бұл минералдардың қатысуы бойынша да пироксениттің түрлері бөлінеді. Мысалы, биотитті пироксенит, плагиоклазды пироксенит және т.б. Акцессорлық минералдар магнетит пен ильменит болып келеді, кейде хромит те кездеседі.

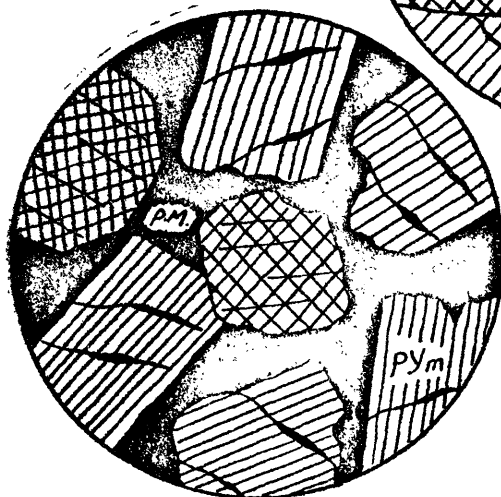
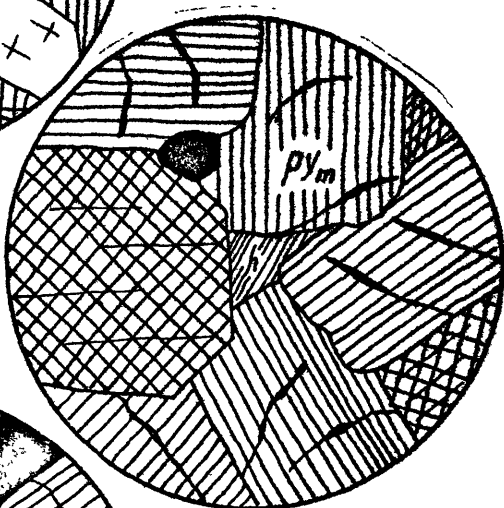
Пироксениттің түсі қара, қара сұр, жасылдау-қара, қара қоңыр, текстурасы шомбал, кейде теңбіл. Перидотиттен ірі түйірлігімен ажырайды. Пироксениттің структурасы призма түйірлі болып келеді /100 - сурет/. Жыныста рудалық минерал /магнетит, титаномангнетит/ көп болған жағдайда структурасы сидерониттік болады /101 - сурет/. Мұндай пироксениттер темір өндірісінде пайдаланылады.

Горнблендит горнблендтен тұрады. Қосымша минерал ретінде плагиоклаз, биотит, пироксен кездеседі. Осы минералдардың қатысуымен горнблендиттің түрлері бөлінеді. Акцессорлық минерал негізімен магнетит болып келеді. Горнблендит түсі қара, жасылдау қара, ірі, зор /пегматоидтық/ түйірлі жыныс. Текстурасы шомбал, директивті, структурасы призма түйірлі. Горнблендиттер негізінен пироксениттермен



99-сурет. Перидотит,
структурасы пойкилиттік.
Көз аясы 2,5 мм

100-сурет. Пироксенит
/диаллагит/, структурасы
призмалық. Көз аясы 4 мм



101-сурет. Пироксенит
/косовит/, структурасы
сидерониттік. Көз аясы 4мм

бірге кездеседі. Онда пироксеннің жұрнақтары жиі кездеседі. Соған қарағанда горнблендиттер негізінен пироксениттердің өзгеруінен пайда болу керек. Е.А. Кузнецовтың ойынша, горнблендит магмалық жынысқа жатады, ол суға бай аса негізді қалдық магманың кристалдануынан пайда болады.

Аса негізді плутониттердің жатыс пішіні және жаратылысы

Жоғарыда аталған ультрабазиттер жер қыртысында бірге кездеседі, жеке денелер құрамайды. Олар қатпарлы аймақтарда да, платформаларда да тараған.

Платформаларда ультрабазиттер габброидтармен бірге кездесіп, олармен араласа сілемдер құрайды. Мұндай сілемдердің пішіні лополит, лакколит болып келеді. Осындай типке Шола түбегіндегі, Оңтүстік Африкадағы күрделі жіктелген габбро-ультрабазитті сілемдер жатады. Оңтүстік Африкадағы Бушвельд сілемінің аумағы 25 мың шаршы км. Платформадағы мұндай ультрабазиттердің тегі талас тулырмайды. Олар базальттық магманың гравитациялық жіктелу салларынан пайда болады. Бұл процесте алдымен жоғары температурада кристалданған салмақты оливин мен пироксендер магмалық камераның түбіне шөгіп, салмағы жеңіл, төмен температуралық минералдар камераның үстінгі қабатында жиналады. Осылай бірнеше қабатқа жіктелген бастапқы магманың кристалдануынан көп қабатты, құрамы әр түрлі жыныстар қалыптасады. Мұндай күрделі сілемдерде ультрабазиттер астыңғы жағында орналасады.

Қатпарлы, яғни геосинклинальдық аймақтарда, ультрабазиттер аймақтық жарылу зоналарында орналасады. Бұл зоналарда олар тік құлама пласт пішінді денелер құрайды. Олардың екі түрі болады. Бірінші түрінде мұндай жыныстар тек ультрабазиттерден ғана тұрады, ал екіншісі біріннен кейін бірі қалыптасқан ультрабазиттер мен негізді жыныстардан тұратын көп фазалы интрузия болып келеді. Көп ғалымдардың зерттеуіне қарағанда ультрабазиттердің бірінші

түрі мантия затының 100-400 км тереңдікте балқуынан пайда болып, жоғары көтерілген перидотит ^{магманың} қатаюынан қалыптасады. Кейбір зерттеушілер мұндай ультрабазиттерді мантия затының қатты күйінде жағылу зоналарымен жоғары көтерілуінен қалыптасады деп есептейді. Сондықтан оларды интрузия емес, протрузия деп атайды.

Ультрабазиттердің бірінші түріне тән зат: 1/ олар жіктелмеген бір типті жыныстардан тұрады; 2/ олар жарылу зоналар бойына тізіле орналасады; 3/ айналасындағы жалсарлас жыныстарға қызу әсері жоқ. Осындай текті ультрабазиттер Оралдың шығыс белдеуінде кең дамыған. Жаңа Зеландияда Дунтауларында мұндай ультрабазиттер 35 км-ге, Жаңа Оңтүстік Уэльсте 40 км-ге созылып жатыр. Олардың алып жатқан ені аз, 5-6 км-ден аспайды. Осындай түрге Гватемала, Куба, Пуэрто-Рико арқылы, АҚШ-тың Аппалачи арқылы 100 деген км-ге созылып жатқан ультрабазит белдеулері жатады /Заварицкий 1961/.

Ультрабазиттердің екінші түрі габброидтармен тығыз байланысты кездеседі. Оған мысал ретінде Оралдағы платиналы габбро-пироксенит-дунит белдеуі. Ол белдеу 700 км-ге созылып жатыр, ені 10-30 км. Мұндағы сілемдерде дунит батыс жағында, шығысқа қарай пироксенит, одан әрі габброидтар орналасады. Дунитті габброның қиып өтуіне қарағанда, ультрабазиттер габбро магмасының алғашқы дифференциаты болады. Габбролармен салыстырғанда ультрабазиттің көлемі әлдеқайда аз. Габброидтардың өздері гранитоидтармен жалғасады, бұлар базальт магмасының соңғы дифференциаттары болады. Осы сияқты ассоциациялар Закавказьеде, Саян жотасында кездеседі.

Аса негізді жыныстармен көптеген пайдалы қазбалар байланысты, әсіресе олардың ішінде өте маңыздысы хром, платина, никель, темір, титан, алмаз және талық, асбест.

Ультрабазиттермен байланысты хромиттің ірі кен орындары Ақтөбе облысында белгілі. Мұндағы Кемпірсай сілемімен ондаған кен орындары байланысты. Хром металлургия-

да жоғары сапалы болат алу үшін, химия өндірісінде, онан басқа шаруашылық салаларында пайдаланылады. Хромиттің ірі кен орындары Оңтүстік Африкада, Түркияда, Кубада белгілі. Ультрабазиттермен платинаның, осмийдің, иридийдің кен орындары кездеседі. Спар химия өндірісінде, электротехникада, медицинада, ювалар ісінде қолданылады. Ультрабазиттермен никель кендері де байланысты. Тальк қағаз, резина өндірісінде толтырғыш ретінде, пафмерияла, отқа шыдамлы бояу дайындауда, матаны ақтау өндірісінде, жоғары вольтті электроизоляциялар, қышқылға, сілтіге шыдамды ыдыстар, ыстыққа шыдамды кірпіштер дайындау өндірістерінде пайдаланылады.

Асбест отқа шыдамды маталар, тормоз ленталарын, ыстықтан қорғайтын материалдар дайындауға қолданылады. Қазақстанда Қостанай облысында ірі кен орны бар.

Желілі және гипабиссалдық жыныстар

Перидотит тобының желілі және гипабиссалдық жыныстары өте аз тараған. Оларға жататын пикрит пен кимберлит.

Пикрит—түсі қара, шомбал текстуралы, ұсақ түйірлі жыныс. Оны бірінші рет өгжей-тегжейлі 1830 ж. Чермак зерттеген. Пикрит моноклиндік пироксен /авгит, диопсид/ мен оливиннен тұрады, аздап плагиоклаз, горнбленд, ромбылық пироксен, биотит кездеседі. Құрамы жағынан перидотитке сәйкес келеді. Акцессорлық минералдар негізінен магнетит пен апатит, Пикриттің структурасы кейде порфирлілеу болады, ол түрін пикрит-порфирит деп атайды.

Пикрит табиғатта негізінен габброидтармен бірге кездеседі, соған қарағанда ол базальттық /негізді/ магманың дифференциаты болуы ықтимал. Пикритте серпендинделу, амфиболдану кен тараған. Пикрит дайқалар, пласт тәрізді денелер құрайды.

Кимберлит брекчия түрлі қара сұр, жасылдау-сұр, көгілдір-сұр жыныс. Оны бірінші рет 1887 ж. К.Льюис Оңтүстік Африкадағы Кимберлей тауында сапаттаған. Ким-

берлит дунит, перидотит және жапсарлас /қабырғалас/ жыныстардың сынықтарынан тұрады /102 - сурет/. Олар серпентинделген, карбонаттанған аса негізді массамен бекіген /цементтелген/. Кимберлитте пироп, флогопит, магнетит, апатит, ильменит, перовскит кездеседі. Кимберлит мұржа тәрізді дене құрайды. Оның диаметрі ондаған м-ден 1 км-ге дейін жетеді. Тереңде ол біртіндеп ультрабазиттердің дайқасына жалғасады. Кимберлит ультрабазиттік магманың жарылуынан пайда болады. Осындай кимберлит мұржалары кене платформалардағы ірі жарықтарда орналасады. Кимберлит магмасының көзі жоғарғы мантия болуы мүмкін. Ондағы алмас магманың жоғары көтерілгенде жарылу кезінде өте жоғары қысым болуынан пайда болуы ықтимал. Кейбіреулердің жорамалына қарағанда алмас өте жоғары қысымда мантиядағы магмада кристалдану кезінде пайда болады /Маракушев, т.6, 1981/.

Кимберлит жер бетінде тез мүжіліп көгілдір, көк сазға айналады. Осындай саздар алмас кенін іздеуге жақсы белгі болып табылады. Кимберлиттер Якутияда, Оңтүстік, Орталық Африкада, тағы да басқа жерлерде кездеседі /Милашев, 1972/. Якутияда кимберлиттегі алмас кені 1954 ж ашылды. Шет елдегі ең ірі алмас кендері Австралия мен Африкада. Алмас абразив өндірісінде кен қолданылады. Мөлдір алмастар /бриллианттар/ ең жоғарғы класты қымбат бағалы тас болып саналады.

Эффузивтік жыныстар

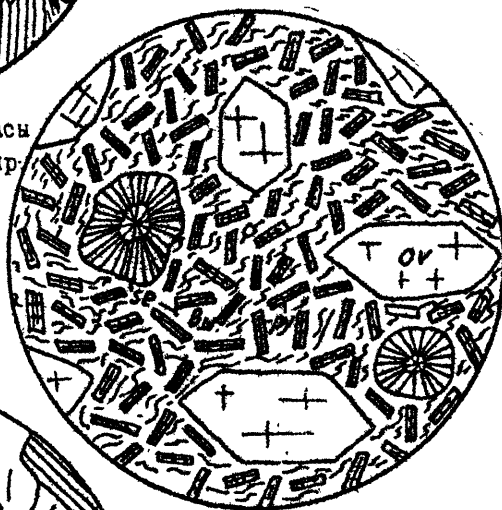
Перидотит тобының эффузивтік жыныстары өте сирек кездеседі. ТМД территориясында Сібір платформасының солтүстігінде Меймечә өзенінің бойында белгілі. Соған қарай жыныстың аты меймечит қойылған.

Меймечиттің түсі қара, текстурасы шомбал, не бадамтасты келеді. Бадам тәрізді оқшаулар карбонат пен серпентиннен тұрады. Меймечиттің структурасы ұсақ, кейде ірі порфирлі /2-15 мм/ болады. Порфир бөлігі оливиннен кейде пироксеннен тұрады. Негізгі массасы қара, сұр, түссіз

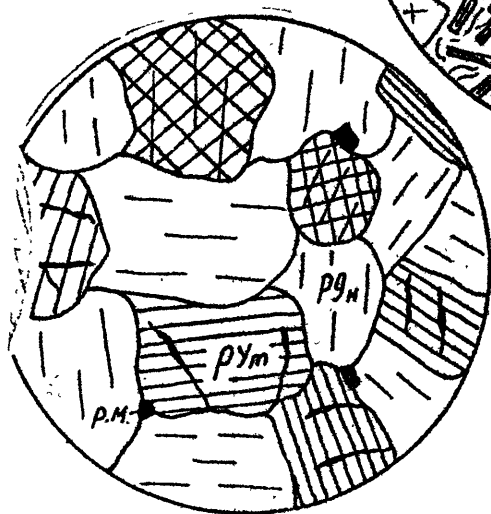


102-сурет. Кимберлит,
структурасы брекчиялық.
Көз аясы 4 мм

103-сурет. Меймечит, текстурасы
бадайтасты, структурасы порфир-
лі, арқауы гиалопилиттік.
Көз аясы 2,5 мм



104-сурет.
Габбро, структурасы
габбролық. Көз аясы 5 мм



вулкандық шыны мен ұсақ түйірлі пироксеннен тұрады /103- сурет/.

Перидотит тобының эффузивтік жынысы болуының үлкен мәні бар. Ол басқа да мәліметтермен бірге аса негізді магманың дербес шағының бар екенін дәлелдейді.

ГАББРО-БАЗАЛЬТ ТОБЫ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІНТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Осы топ жыныстарын негізді жыныстар деп те атайды. Магмалық жыныстардың ішінде олар басты орын алады. Олардың үлесіне магматиттердің көлемі жағынан төрттен бірі келеді. Литосфераның жоғарғы қабатында негізгі жыныстар көбіне эффузивтер болып кездеседі. Р.Дэлидің /Заварицкий, 1961/ деректеріне қарағанда АҚШ территориясында базальттар барлық магматиттердің алып жатқан ауданының 21 % - тін, ал эффузивтердің ішінде 45 % - тін құрайды. Олардың интрузивтік үйлестері аз тараған. С.П.Соловьевтің /1970/ мәліметіне қарағанда ТМД территориясында магматиттердің ішінде габбролар 2 % - тейін құрайды. Р.Дэли бойынша АҚШ территориясында 5 % - тейін құрайды. Мұнда еске алатын бір жағдай, ол литосфераның төменгі базальт қабатының түгелдей осы топ жыныстарынан тұратыны. Негізді жыныстар мен басқа топтардың көптеген жыныстары тығыз байланысты келеді.

Габбро-базальт тобының басты минералдары негізді плагиоклаз /анортит, битовыйт лабрадор/ бен пироксендер /ромбылық, моноклиндік/. Қосымша минералдар ретінде оливин, горнбленд, биотит, калишпат, кварц кездеседі. Олар кейбір жыныстарда басты минерал болып та кездеседі.

Негізді жыныстардың химиялық құрамы мынадай: SiO_2 - 45-52, Al_2O_3 - 16-18, $FeO+Fe_2O_3$ - 10-12, CaO - 10-12, MgO - 6-9, Na_2O+K_2O - 2-4%.

Интрузивтік жыныстар

Габбро-базальт тобының интрузивтік жыныстарының ішінде фемалық минералдардың құрамына, плагиоклаз бен басқа

минералдардың шама қатынасына қарай көптеген түрлері бөлінеді. Біз олардың ішінде кеңірек тараған мынадай түрлеріне тоқталамыз: габбро, норит, габбро-норит, троктолит, анортозит,

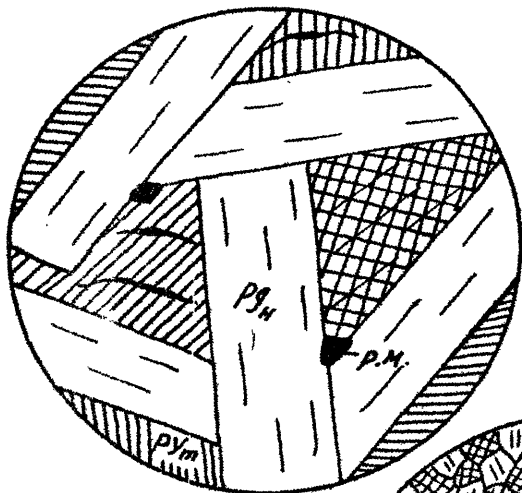
Габбро. Осындай атты геологиялық әдебиетке 1768 ж. Тоцетти енгізді. Габбро мөлшері шамалас негізді плагиоклаз бен моноклиндік пироксеннен тұрады. Онда плагиоклаз көбіне лабрадор болып келеді. Габброда плагиоклаз бен пироксеннің сан мөлшері әдетте тұрақсыз келеді. Егер жыныста пироксен көбірек болса, онда оны меланократты габбро /меланогаббро/ дейді, ал егер керісінше плагиоклаз артық болса, онда оны лейбократты габбро /лейкогаббро/ деп атайды.

Габброда қосымша минерал ретінде оливин, ромбылық пироксен, горнбленд, биотит, калишпат, кварц кездеседі. Олардың қатысуымен габброньың көптеген түрлері бөлінеді. Мысалы габброда аздап кварц бар, онда ол жынысты кварцты габбро дейді. Габброда акцессорлық минералдар магнетит, титаномагнетит, ильменит, апатит, сфен.

Габброньың өзгермеген күйінде түсі қара-сұр, сұр болады. Текстурасы шомбал, кейде теңбіл. Структурасы орта не ірі түйірлі келеді. Габброда плагиоклаз бен пироксен изометриялы, тұрпатсыз түйірлер құрап габбро структурасын сипаттайды /104 - сурет/. Кейде плагиоклаз тақта тәріздес тұрпатты түйір құрайды да, пироксен пішінсіз келеді, мұндай жынысты офитті габбро /105 - сурет/ дейді. Габброда призма түйірлі, друзитті структуралар да кездеседі.

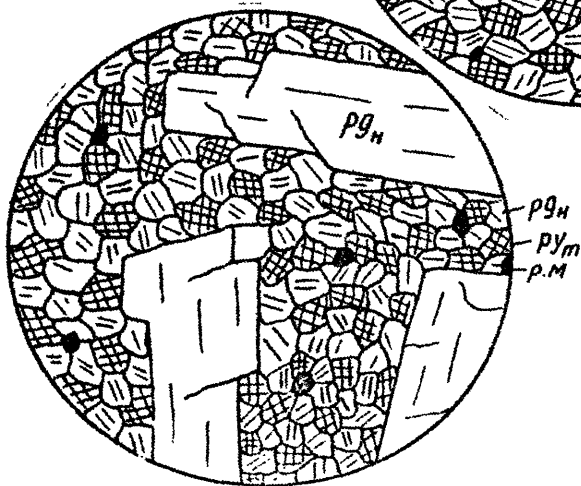
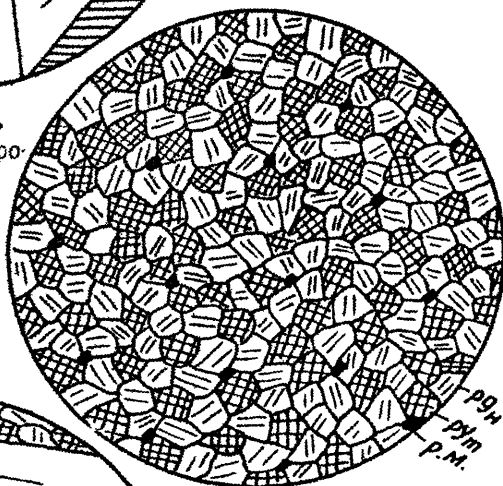
Өзгерген габброда плагиоклаз соссуортке шалдығып, өте ұсақ түйірлі эпидот, цоизит, серицит, кальцит агрегатына айналады, моноклиндік пироксен бойынша горнбленд, уралит, актинолит, хлорит, эпидот дамиды.

Норит. Бұл жынысты 1832 ж. Эсмарк Норвегияның аңыз кеменгері Нордън атымен қойған. Норит түсі, түрі, текстурасы, структурасы бойынша габбродан айнымайды. Айырмашылығы тек моноклиндік пироксеннің орнына ромбылық бар, яғни



105-сурет. Габбро,
структурасы офиттік.
Көз аясы 5 мм

106-сурет. Микрогаббро,
структурасы микрогаббро-
лық. Көз аясы 5 мм



107-сурет. Габбро-
порфирит, структурасы
порфирлілеу, арқауы
микрогаббролық. Көз аясы
5 мм

ол мөлшері шамалас негізді плагиоклаз бен ромбылық пироксеннен тұрады. Қосымша, акцессорлық минералдар да габброда көрсетілгендей. Туынды минерал ретінде ромбылық пироксен бойынша серпентин кездеседі.

Габбро-норит. Бұл жыныста плагиоклазdan басқа ромбылық та, моноклиндік те пироксен бар. Барлық сипаттамасы жоғарыда көрсетілгенге сай келеді.

Трсктолит /форелленштейн/ негізді плагиоклаз бен оливиннен тұрады, мұнда пироксендер қосымша минерал ретінде ғана кездеседі. Түсі, түрі, текстурасы, структурасы бойынша габбро сияқты. Түсі көбіне қаралау келеді, онда друзиттік структура жиілеу кездеседі.

Анортозит. Бұл жыныстың аты анортит деген минералдан шыққан. Анортозит негізді плагиоклазdan тұратын мономинералды лейкократты жыныс. Онда плагиоклаз негізінен лабрадор болып келеді, анортит, битовнит, андезин сирек кездеседі. Плагиоклаздың құрамына қарай анортозиттің мынадай түрлері бар: анортитит, битовнитит, лабродорит, андезинит. Олардың ішінде жиі тарағаны – лабродорит. Сымалық минералдар аз болады, олар әншейінде оливин мен пироксендер. Акцессорлық минерал магнетит болып келеді. Басқа габброидтарға қарағанда анортозиттер ірі-зор түйірлі жыныс болып келеді; текстурасы шомбал не директивті, структурасы призма түйірлес, түсі қара-сұрдан ақшыл-сұрға дейін болады.

Жоғарыда аталған габброидтың түрлері ^{жер}қыртысында жеке сілемдер, не бір-біріне ұласып жатқан күрделі сілемдер құрайды. Олардың ішінде жиі тарағаны – габбро, ол барлық магмалық жыныстардың ішінде 2-5 % болады, норит пен анортозиттер % – тің ондаған жүздеген бөлігін құрайды.

Габбро негізінен лополит, лакколит, силл болып келеді, кейде шток құрайды. Олардың көлемі көбіне кішігірім, кейде ғана үлкен сілемдер құрайды. Мысалы Оралда габбро сілемдері ені 30-50 км-ден 700 км-ге дейін созылып жатыр. Канададағы Дьюлус сілемі 100 мың шаршы км-ді, Оңтүстік

Африкадағы Бушвельд сілемі 40 мың шаршы км-ді алып жатыр. Габбро қатпарлы аймақтар мен платформаларда да дамыған. Қатпарлы аймақта габбро сілемдері геосинклинальдың алғаш даму сатысында, яғни Жер қыртысының майысу кезеңінде қалыптасады. Осындай габброидтық сілемдермен бір жағынан ультрабазиттер, екінші жағынан гранитоидтар байланысты. Мысалда жоғарыда көрсетілген Оралдың габбро сілемдерін келтіруге болады. Бұл сілемдердің батыс жағын ультрабазиттер, ал шығыс жағын гранитоидтар құрайды. Осындай кешендерде барлық жыныстар бір негізді магманың дифференциаттары /бөліктері/ болады. Мұндай сілемдерде габброидтар көлемі жағынан негізгі орынды алады. Платформаларда габбро жіктелген сілемдер құрайды. Ондай сілемдер қола түбегінде, Африкада Бушвельд лополиті мен Инсизва лакколиті, Украинада, Канадада Дьюлус лополиті және тағы басқа. Осындай сілемдерде олардың негізгі бөлігін габбро құрайды да, төменгі жағын ультрабазит, ал жоғарғы жағы гранитоидтар болып келеді. Жыныстардың осындай қарым-қатынасы олардың негізгі магманың гравитациялық дифференциясынан пайда болғанын көрсетеді.

Норит платформада да, геосинклинальдық аймақтарда да кездеседі және де ол барлық жерде габбромен тығыз байланысты келеді. Осындай сілемдерде норит негізінен габброның төмен жағында орналасқан және олардың араларында габбро-норит болады. Габбро мен нориттің осындай қарым-қатынасы олардың бір негізді магмадан кристалдану дифференциясында пайда болғанын көрсетеді.

Франция мен АҚШ-тың кейбір сілемдерінде норит габброның сырт жағында сазды тақта-тастар ішінде орналасқан. Осыған қарағанда норит сазды жыныстарды габбро магмасының ассимиляциялауы /сіңіру/ нәтижесінде пайда болуы мүмкін. Бұл болжам бойынша сазды жыныстағы алюминий мен күемний магмадағы калийфтор мен кәсіп, негізді силикаттар /анортит/ құрамында $Al_2SiO_5 + 2SiO_2 + CaO$ $= CaAl_2Si_2O_6$ (сазды жыныс) (магмада) болатындықтан, магмада алғашынан мона-

пироксен / $MgFeSi_2O_6$ / пайда болады. Осыған қарағанда норит негізді магманың дифференциациясы нәтижесінде және сазды жыныстың негізгі магмамен ассимиляциялану салдарынан пайда болады.

Анортозит осы топтағы жыныстардан жеке кездеседі және де ол негізінен өте көне докембрий құрылымдарында дамып, зор сілемдер құрайды. Мысалы Канадада, Украинада, Норвегияда, Шығыс Сібірде. Канададағы анортозит сілемінің ауданы 200 мың шаршы км-ге жетеді. Анортозиттің диффузивтік сынары жоқ, соған қарап анортозиттік магма жоқ деп есептеледі. Кейбір зерттеушілер анортозиттің шығу тегін былай жорамалдайды: негізді магма кристалданып, дифференциациялану кезінде плагиоклаз кристалдары жеке шоғырланады. Осындай ботқа тәріздес массаның литосфераның жоғарғы қабатына көтеріліп, қатаюынан анортозит сілемдері қалыптасады. Айды зерттеу анортозиттің осылай пайда болуын дәлелдейді. Айдағы "теңіздер" базальттардан құралған, ал оның дифференциаты "материктер" - анортозитке жақын жыныстардан /лейкогабброндтар/ тұрады.

Габброндтармен көптеген магмалық және метасоматиттік кендер кездеседі. Магмалық кендердің ішінде маңыздысы мыс-никель мен темір, титан кендері. Бұл кендер габброда пласт не линза тәріздес денелер құрайды, кейде бір-біріне ұласып жатады. Мыс-никель кендері негізді магманың гравитациялық дифференциациясы салдарынан қалыптасып, габбро сілемдерінің астыңғы жағында орналасады. Мұндай кен орындарына мысал Оңтүстік Африкадағы Бушвельд, Канададағы Селбери, Қола түбегіндегі Монча-Тундра. Темірдің осындай магмалық кеніне мысал Қостанай облысындағы Давыдов, Ақтөбе облысындағы Велихов кен орындары.

Негізді плутониттермен темірдің, полиметаллдардың метасоматиттік кендері де байланысты. Лабродорит құлпытас, ескерткіштер жасауда, көркемдеу құрылыс материалы ретінде қолданылады. Оның ірі кен орындары Украинада белгілі.

Желілі және гипабиссалдық жыныстар

Желілі және гипабиссалдық жыныстар асхистік және диасхистікке бөлінеді. Асхистік жыныстарға жататын микрогаббро, габбро-порфирит, долерит, диабаз. Диасхистікке жататын лейкократтылар: габбро-аплит, габбро-пегматит; меланократтылар/лампрофирлер/: одинит.

Микрогаббро габбро сияқты негізді плагиоклаз бен моноклиндік пироксеннен тұрады, түсі қара, қара сұр, біркелкі түйірлі, шомбал текстуралы. Айырмашылығы - ұсақ түйірлі, структурасы микрогаббролық /106 - сурет/. Бұл жағынан ол метаморфтық жыныс - роговикке өте ұқсас келеді. Структурасы мен құрамына қарай оларды ажырату өте қиын, тек оларды жатыс пішініне қарап айыруға болады: микрогаббро кішігірім шток, дайқа құрайды, ал роговик плутониттерге жалсарлас жыныс болып келеді.

Габбро-порфирит микрогаббродан тек порфирлі структура-сымен /107 - сурет/ ғана ажырайды. Порфир бөліктері плагиоклаз бен пироксен, негізгі массасы солардан тұрады, аздап магнетит кездеседі. Негізгі массаның структурасы микрогаббролық. Габбро-порфирит дайқа, силл шток құрайды.

Долерит габбро құрамды ұсақ-орта түйірлі жыныс. Габбродан айырмашылығы диабаздық, долериттік, пойкилофиттік структурасы /108 - сурет/. Долериттің түсі қара, қара сұр.

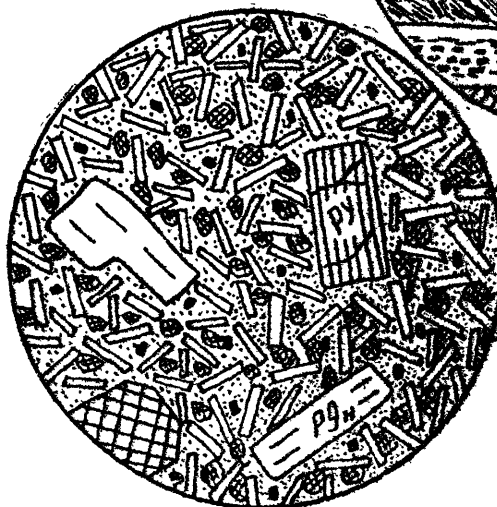
Диабаз деп долериттің өзгерген түрін айтады. Онда плагиоклаз альбиттенген, соссориттенген, пироксен хлориттенген /109 - сурет/. Сондықтан оның түсі жасыл сұр, қара жасыл болады. Диабаздың порфирлі түрін диабаздық порфирит деп атайды. Долерит пен диабаз дайқа, силл құрайды және олар эффузив те болып келеді. Олардың құрамында, құрылысында айырмашылық болмайды. Оларды тек жатыс пішініне ғана қарап ажыратуға болады.

Габбро-аплит негізінен плагиоклазdan тұратын ұсақ түйірлі лейкократты жыныс. Плагиоклаз төмен немірлі лабрадордан тұрады. Пироксен, егер болса, аз болады, магнетит өте сирек кездеседі.



108-сурет. Дolerит,
структурасы долериттік.
Көз аясы 2,5 мм

109-сурет. Диабаз,
структурасы диабаздық.
Көз аясы 2,5 мм



110-сурет. Плагиоклаз-
пироксенді базальт, струк-
турасы порфирлі, арқауы
интерсерталдық. Көз аясы
2,5 мм

Габбро-пегматит ірі-зор түйірлі жыныс. Ол негізінен плагиоклаздан тұрады, пироксен шамалы кездеседі. Құрамында аздап апатит, титаномагнетит, кварц, ортоклаз кездесуі мүмкін. Пироксен көбіне амфиболданған. Структурасы көбіне диабаздық, сондықтан оны диабаз-пегматит деп те атайды.

Габбро-аплит пен габбро-пегматит негізінен желі түрінде кездеседі.

Эффузивтік жыныстар

Габбро-базальт тобында эффузивтік жыныстар көп тараған. Олардың кайнотиптік жағына базальт, долерит, палеотиптік жағына базальттық порфирит, диабаз, спилит жатады.

Базальт. Базальт деп эффузивті темірлі тасты атайды. Базальт туралы біздің заманымыздың ж. өмір сүрген Плинийдің еңбегінде кездеседі. Базальт қара, қызыл қоңыр, шие түсті болып келеді. Текстурасы шомбал, кеуек, балмұнасты, кейде флюидалды болады. Структурасы афирлі, кейде порфирлі. Порфир бөлігі негізді плагиоклаз, пироксен, кейде оливин, горнбленд болады. Осыған қарай оның түрлерін ажыратады: пироксенді, плагиоклазды, оливинді, т.б. базальт деп. Негізгі масса плагиоклаз бен пироксеннің микролиттерінен, шындынан тұрады, аздап магнетит кездеседі. Негізгі массаның структурасы интерсерталдық, гиалопилиттік, кейде гиалиндік болады /но - сурет/. Базальттың өзгерген түрін базальттық порфирит дейді. Онда плагиоклаз соссориттенген, шыны хлоритке айналған, пироксен бойынша актиналит, хлорит, кальцит, эпидот дамиды. Бұл жағдайда жыныстың түсі жасылдау, сұр-жасылдау болады.

Спилит базальттың су астында қалыптасқан түрі. Оның түсі жасылдау сұр, ақшыл сұр, көбіне афирлі жыныс. Плагиоклаз ашық сұр, ақ түсті микролит, не лебст болып келеді, құрамы жағынан альбит. Пироксен жыныста негізінен хлоритке аумасқан. Вулкандық шыны да хлориттенген, жыныста магнетит-

тін ұсақ түйірлері жиі кездеседі. Текстурасы шомбал не баламдасты, структурасы интерсерталдық /спилиттік/.
/III - сурет/. Жыныстағы бадам тәріздес оқшаулар хлорит, кальцит, кварц, халцедон, эпидоттан құралған.

Габбро-базальт тобының эффузивтік жыныстары қалыптасатын негізді лаваның тұтқырлығы төмен, тез жылжымалы келеді. Сондықтан ондай лава жер бетінде оңай жайылып, үлкен алқапты алатын жамылғы, не алысқа созылып жататын тасқын құрайды.

Геосинклинальдық аудандарда спилит пен диабаз жиі тараған. Оралда, Шығыс Қазақстанда, Алтайда олардың қалың қабаттары белгілі. Олардың химиялық, минералдық құрамы біркелкі келеді. Соған қарағанда олар жіктелмеген магмадан пайда болуы ықтимал.

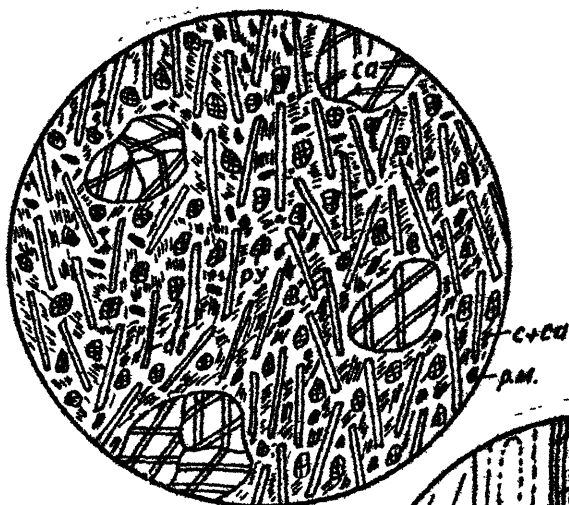
Платформаларда негізінен базальт пен долерит тараған. Олар негізді лаваның жарықтан ағып шығуына байланысты қалыптасады. Сондықтан олар өте үлкен алқаптарды алып жататын жамылғылар құрайды. Сібір платформасындағы базальттар 1,5 млн. шаршы км жерді алып жатыр. Осындай зор базальт жамылғылары Африка, Оңтүстік Америка, Австралия, Үнді платформаларында да бар.

Негізді эффузивтермен темірдің, мыстың метасоматиттік кендері кездеседі. Осындай метасоматиттік магнетиттің кен орындары Қостанай облысында, Оралда, Мұғалжарда, Сібірде белгілі. Ақтөбе облысында негізді эффузивтермен байланысты мыс, полиметалл кендері бар. Солтүстік Америкада базальтта ссм мыс кені бар. Сібір платформасында базальт қабатында құнды оптикалық зат - исланд шпаты кездеседі.

Негізді эффузивтер құрылыс ісінде, тас күш өндірісінде қолданылады. Олардан жылу өткізбейтін минералдық мақта да жасайды.

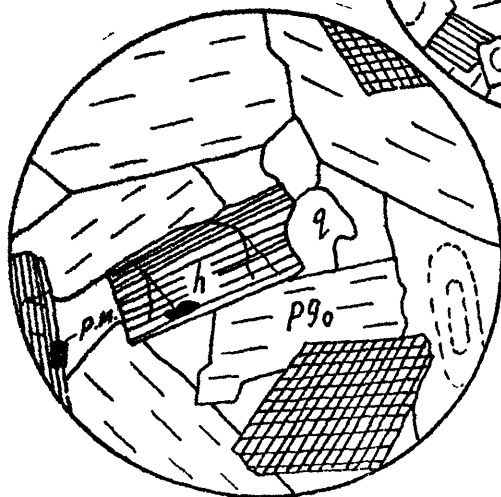
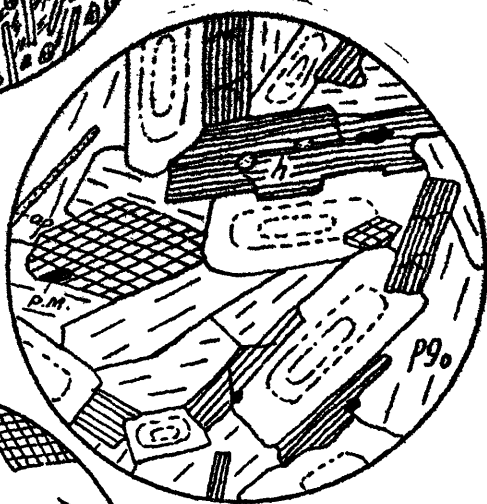
ДИОРИТ-АНДЕЗИТ ТОБЫ ЖЫНЫСТАРЫН АНІСТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Диорит-андезит тобы жыныстарын орта жыныстар дейді. Бұл топта габбро-базальт тобындай эффузивтік жыныстар кен



111-сурет. Спилит,
текстурасы бадамтасты,
структурасы спилиттік.
Көз аясы 2,5 мм

112-сурет. Диорит,
структурасы диориттік.
Көз аясы 5 мм



113-сурет. Кварцты диорит,
структурасы гипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм

тараған. Олар барлық магмалық жыныстар ішінде 24 % - төр құрайды /АҚШ, Дәлі бойынша/, ал интрузивтік үйлестері 2 % - тей. Диорит-андезит тобының жыныстары басқа топтармен геологиялық, петрографиялық тығыз байланысты келеді. Олардың бір жағынан негізді жыныстармен аралас түрлері болса, ал екінші жағынан қышқыл жыныстармен де ұласып жатады. Осындай байланыстар тек химиялық, минералдық құрамында ғана емес, олар жер қыртысында да бірге кездеседі. Диорит габбромен де, гранитпен де, ал андезит базальтпен де, липаритпен де бірге кездеседі.

Орта жыныстардың басты минералдары орта плагиоклаз /андезин/ бөн горнбленд. Қосымша минерал ретінде пироксендер, оливин, кварц, биотит, калишпаттар кездеседі, акцессорлық минералдары - сфен, апатит, магнетит, альмәнит.

Химиялық құрамы бойынша орта жыныстар негізді /габбро-базальт тобы/ мен қышқыл /гранит-липарит тобы/ жыныстардың орта аралығында жатады: SiO_2 - 52-65, Al_2O_3 - 16-17, FeO - 8-10, MgO - 4-6, CaO - 8-9, $Na_2O + K_2O$ - 4-6 %.

Интрузивтік жыныстар.

Осы топтағы көп тараған интрузивтік жыныстар диорит пен кварцты диорит. Диорит деген гректің диоризо /бөлемін/ сөзінен шыққан /Ф. Оберсон, 1819/.

Диорит - сұр, шұбар, қара ала түсті жыныс. Ол негізінен плагиоклаз бөн горнблендтен тұрады. Плагиоклаз құрамы жағынан андезитке сай келеді. Қалыпты диоритте плагиоклаз 65-70 % , горнбленд 30-35 % құрайды. Диориттегі плагиоклаз ашық сұр, ақ, горнбленд қара жасыл, қара болады. Осындай диориттің түсі көбіне шұбар, қаға ала болатыны. Соған қарап диоритті габбродан оңай ажыратуға болады. Оның үстіне диоритте фемалық минералдар жыныстың үштен бірін ғана құрайды, ал габброда болса, олар жыныстың жартысын құрайды.

Диориттің текстурасы шомбал, кейде ширлі /оқшаулы/, директивті /бағдарлы/. Ширлі және директивті диориттер гранитоидтармен жиі кездеседі. Диориттің структурасы біркелкі орта түйірлі, кейде ұсақ не ірі түйірлі, порфирлі-леу болады. Микроскопта қарағанда оның глпидиоморфтық структурасы жақсы байқалады /112 - сурет/. Кейбір түрлерінде горнблендтен плагиоклаз тұрпатты болады, кейбіреуінде керісінше - плагиоклаздан горнбленд дұрыс пішінді болып келеді. Көбінесе диоритте плагиоклаз бен горнбленд алма-кезек тұрпатты болып келеді.

Диориттегі плагиоклаз көбіне зоналы болып келеді. Оның ортасы құрамы жағынан лабрадорға, ал шет жағы олигоклазға сай келеді. Оның осындай құрылысы туынды минералдарда жақсы байқалады, плагиоклаздың орта жағында эпидот, цоизит, ал шет жағында негізінен серицит дамады. Горнбленд бойынша хлорит, актинолит дамыды. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, магнетит болып келеді. Олардың мөлшері кейде 5 % -ке дейін жетеді. Оның себебі - горнбленд өзгергенде магнетит пен сфеннің пайда болуынан. Апатит диоритте ұсақ призма тәріздес, пішінсіз түйірлер болып кездеседі, кейде ұзын таяқша тәріздес те болып келеді.

Диоритте горнблендтен басқа кейде фемалық пироксен, биотит кездеседі. Ондай түрлерін биотитті диорит, пироксенді диорит деп те атайды. Егер диоритте фемалық минерал 35 % -тен көп болса, онда оны меланократты диорит не меланолиорит деп атайды. Егер керісінше фемалық минерал 30 %-тен аз болса, онда жынысты лейкократты диорит не лейкодиорит дейді.

Плагиоклаздың құрамына қарай және фемалық минералдың мөлшеріне қарай диориттің габброға көше түрі бар, оны габбро-диорит дейді. Ондағы плагиоклаздың немірі 45-55 болады. Диоритте сialдық минералдардан кейде калишпат пен кварц кездеседі. Олардың мөлшерінің өсуіне қарай диорит сиенодиорит пен гранодиорит сияқты көше түрлерге ауысады.

Кварцты диорит. Бұл жыныста кварцтың мөлшері 10-20 % болады, фемалық минерал кәдімгі диориттен азырақ болады, ал плагиоклаз немірі 30-35 - кө сай келеді. Кварцты диориттің структурасы гипидиоморфтық, плагиоклаз бен горнбленд тұрпатты түйір болып келеді де, кварц олардың арасын толтырады /13 - сурет/.

Диориттер әр түрлі жағдайда пайда болады. Оларды осыған қарап үш текке бөлуге болады:

- 1/ өзіндік диориттік /андезиттік/ магманың кристалдануынан пайда болатын диориттер;
- 2/ граниттік магманың негізді не карбонатты жыныстағды ассимиляциялау не метасоматоздау процесінде пайда болатын диориттер;
- 3/ габбролық /базальттық/ магманың дифференциясынан туған диориттер.

Бірінші текті диориттер Жер қыртысында кен тағаған. Осы заманғы вулкандарда андезит /диорит/ лабасының шығып жатуы диориттің өзіндік магмасының бар екенін дәлелдейді. Ондай магманың әртүрлі жолмен шығуы мүмкін. Диориттік магма:

- 1/ негізді /базальттық/ және қышқыл /граниттік/ магмалардың араласуынан;
- 2/ базальттық магманың үлкен тереңдікте дифференциясынан;
- 3/ базальттық магманың көтерілу жолында қышқыл жыныстарды ассимиляциялауынан пайда болуы мүмкін;
- 4/ Т.Х.Грин мен А.Е. Рингвудтың зерттеулеріне қарағанда жоғарғы мантия заты /пиролит/ сұрыпталып балқығанда диорит магмасы пайда болуы мүмкін. Осы зерттеулермен сусыз жағдайда диорит магмасының балқу температурасы базальттыкіне қарағанда төменірек екені, яғни мантияда температура көтерілгенде пиролиттен алдымен базальт емес диорит /андезит/ магмасы балқып шығатыны дәлелденді. Осы экспериментке дейін көптеген ғалымдар мантияда алдымен базальт магмасы қалыптасары деп жорамалдап келген;
- 5/ диорит магмасы диорит қабатының балқу нәтижесінде пайда болуы мүмкін. Ондай

қабаттың Жер қыртысында болуы геофизикалық зерттеулердің нәтижесінде болтамдалынып отыр /Моисевко 1981/. Егер осындай диорит қабаты Жер қыртысында болса, онда ол қабатта балку кезінде диорит магмасының пайда болуы әбден ықтимал; 3/ диорит магмасы тектоникалық плиталардың жылу кезінде гранит пен базальт қабаттарының бір-біріне үйкеліп, араласа балқығанында да пайда болуы мүмкін. Осындай өзіндік диорит магмаларының қатарынан диориттің жеке сілемдері - штоктар, лополиттер, лакколиттер, сиддар, дайкалар қалыптасады.

Екінші текті ^{диорит}қышқыл /яғни граниттік/ магманың жапсарлас жатқан негізді не карбонатты жыныстарды сіңіруінен /ассимиляциялау/ не оларға метасоматоз әсерінен қалыптасуы мүмкін. Бұл процесте қышқыл магма кальциймен, магниймен, темірмен байиды да, ал кремний мен сілтілер мөлшері төмендейді. Осындай өзгерістер диориттің қалыптасуына әкеледі. Мұндай процесс өте күрделі және көптеген жағдайларға байланысты. Ең алдымен ол қышқыл магманың ұшпа компоненттерге байлығына байланысты. Егер магмада су мен ұшпа компоненттер аз болса, онда ассимиляция болмауы да мүмкін. Себебі негізді жыныстардың балку температурасы қышқыл жыныс тікінен жоғары. Ал су, ұшпа компоненттер жоғары температуралы минералдардың төмен температурада өруіне не балкуына себеп тигізеді. Осындай жолмен пайда болған диориттер гранит сілемдерін айнала қоршап, дөңгелек /сақина/ тәрізді денелер құрайды.

Үшінші текті диориттер габбро магмасының литосфераның жоғарғы қабаттарында кристаллизациялық дифференциациясы салдарынан пайда болады. Мысалы оған жататын Оралдағы Тағил сілемі.

Диориттермен көптеген кендер кездеседі. Олардың ішіндегі ең бастысы темір, мыс, алтын кендері. Темір мен мыстын метасоматиттік кендері диорит пен карбонат жыныстардың жапсарлағына орналасады. Диорит сілемдерінде алтынның кыраң желілі кендері де кездеседі.

Дайкалық және гипабиссалдық жыныстар

Осы фацияның асхитік жыныстарына микродиорит пен диоритпорфирит жатады.

Микродиорит құрамы жағынан диорит сияқты орта плагиоклаз /андезин/ бен горнблендтен тұрады. Айырмашылығы структурасында. Оның структурасы біркелкті ұсақ түйірлі микродиориттік болады. Микродиориттің түсі сұр, текстурасы шомбал. Акцессорлық минералдар магнетит, апатит, сфен болып келеді.

Диорит-порфирит құрамы, түсі, текстурасы жағынан микродиорит сияқты. Оның структурасы порфирлілеу болады. Порфир бөліктері андезин мен горнблендтен тұрады. Негізгі массасы да сол минералдардан тұрады, структурасы микродиориттік болады. Диоритпорфирит пен микродиориттер дайкалар, силдер құрайды.

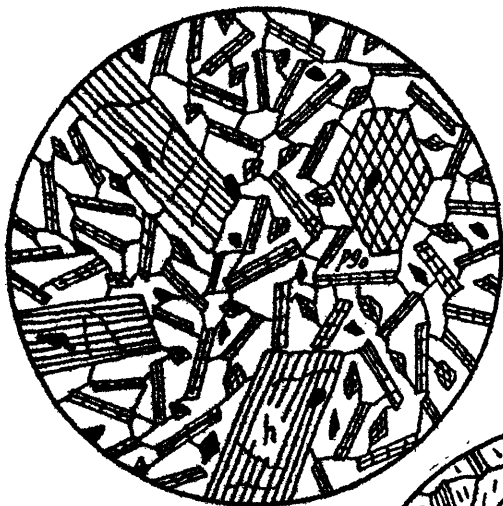
Диорит-андезит тобының диасхитік жыныстары, әсіресе лейкократты түрлері, өте сирек кездеседі. Олар негізінен жұқа дайкалар не желілер құрайды. Лейкократты диасхитік жыныстардың ішінен екі түрі бөлінеді: диорит-аплит, диорит-пегматит.

Диорит-аплит ақ, ақ сұр түсті, ұсақ түйірлі, шомбал текстуралы жыныс. Ол негізінен орта плагиоклазdan /андезиннен/ тұрады. Структурасы аплиттік. Диорит-аплит өте сирек кездеседі, негізінен кішкене желілер құрайды.

Диорит-пегматит диорит-аплит сияқты жыныс, тек қана оның структурасы ірі, зор түйірлі болады.

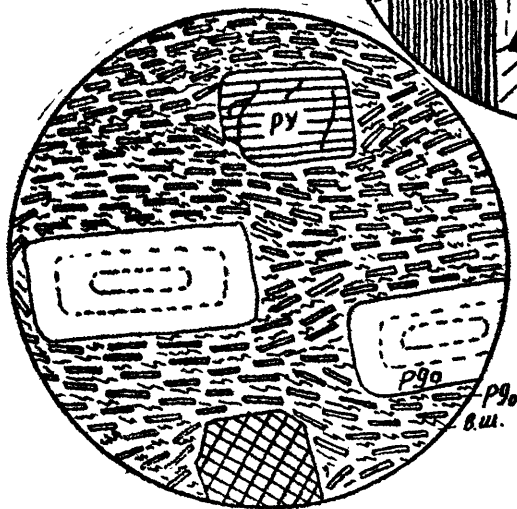
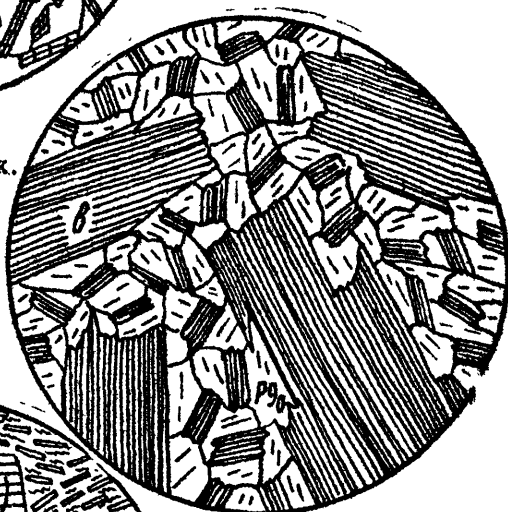
Орта құрамды лампрофирлерге спессартит пен корсантит жатады.

Спессартит /Германиядағы Спессарт тауы бойынша аталған, Розенбуш, 1896/ - қара, қара сұр шомбал жыныс, структурасы лампрофирлік. Порфир бөлігінде горнбленд, кейде пироксен мен оливин кездеседі. Негізгі массасы горнбленд пен орта плагиоклазdan /андезиннен/ тұрады. Олардың желішелері бірдей. Горнбленд плагиоклазға қарағанда тұрпатты түйір болып келеді /114 - сурет/. Спессартит лампрофир-



114-сурет. Спессартит,
структурасы лампрофирлік.
Көз аясы 2,5 мм

115-сурет. Керсантит,
структурасы лампрофирлік.
Көз аясы 2,5 мм



116-сурет. Пироксен-
плаггиоклазды андезит
структурасы порфирлі.
әрқауы гивалопидиттік.
Көз аясы 2,5 мм

лердің ішінде өн көп тарағаны. Ол диориттермен де, габбро-лармен де, гранитоидтармен де бірге кездеседі. Оның дайика-лары бірнеше жүздеген метрге дейін созылып жатады, қалың-дығы ондаған сантиметрден бірнеше метрге дейін болады.

Керсантит /Франциядағы Керсантон ауылы атымен/ – ұсақ түйірлі қара сұр, қоңыр сұр жыныс. Структурасы лампрофирлік, порфир бөлігі биотит, кейде горнбленд пен пироксен болады. Негізгі массасы биотит пен орта плагиоклаздан тұрады, онда биотит плагиоклазға қарағанда тұрпатты түйірлер құрайды /II5-сурет/. Шлифте биотит қоңыр, қызыл қоңыр, кейде жасыл болып келеді. Керсантит қалыңдығы кішкене, қысқа дайикалар құрайды.

Эффузивтік жыныстар

Диориттің эффузивтік сыңары андезит болады. Оның өз-герген түрін андезиттік порфирлейді.

Андезит /Сығустік Америкадағы Анд таулары бойынша, Бух, 1835/ - сұр, ақшыл-сұр, қара-сұр, сары-сұр, шұбар түс-ті, шомбал, кеуек, флюидалды жыныс. Структурасы порфирлі, фенокристалдары плагиоклаз, горнбленд, пироксен, кейде биотит болып келеді. Фенокристалдағы плагиоклаз көбіне зоналы болады, оның орта бөлігі лабрадор-битовендце, ал шет жағы олигоклазға сай келеді. Фенокристалдағы горнбленд қоңыр түсті базальттық түрі болып, не жасыл түсті кәдімгі түрі болып келеді. Андезиттің негізгі массасы плагиоклаз микролиттерінен, аздап пироксен мен магнетиттен тұрады, олардың араларын вулкандық жыны толтырады. Негізгі масса-ның структурасы гиалопильиттік /II6-сурет/, кейде пилотад-ситтік, витрофирлік болып келеді /II7-сурет/.

Андезит құрылысы, құрамы, түсі жарынан базальтқа ұқсас келеді. Кейде оларды шлифтің өзінде де ажырату қиын болады. Мұндай жағдайда оларды ажыратудың негізгі әдісі – химиялық анализ болады. Андезитті базальттан мына-дай белгілер бойынша ажыратуға болады: I/ андезиттің струк-турасы порфирлі, ірі порфирлі болады, ал базальттікі афир-

лі, не ұсақ порфирлі болады; 2/ андезитте фемалық минерал базальтқа қарағанда әлдеқайда аз болады, ал базальтта олар теңбе-тең болады; 3/ андезитте фенокристалдар негізінен плагиоклаз бен горнбленд болып келеді, ал базальтта пироксен мен оливин; 4/ андезиттің негізгі массасы гиалопилиттік, кейде витрофирлік болады, ал базальттікі интерсерталдық болады; 5/ андезитте плагиоклаздың фенокристалдары көбіне зоналы болып келеді.

Андезиттердің түрлері фенокристалдарға қарап бөлінеді: мысалы плагиоандезит, пироксенді андезит, горнблендті андезит, тағы сол сияқтылар.

Андезиттік порфирит андезиттің өзгерген түрі болып табылады. Онда плагиоклаз соссуриттенген, серициттенген. Горнбленд, пироксен, биотит хлориттенген. Вулкандық шыны ыдырап, хлоритке айналған. Андезиттік порфириттің түрлері андезит сияқты фенокристалдар бойынша жіктеледі.

Андезиттер негізінен үлкен лавалық тасқындар, кейде күмбездер, силдер, шоқылар құрайды. Олар жас және көне қатпарлы аймақтарда кездеседі. Геосинклинальдық аймақтарда андезиттер базальттармен, қышқыл эффузивтермен де байланысты кездеседі. Көне қатпарлы аймақтарда андезиттік порфириттер Қазақстанда, Оралда, Алтайда, Саянда кен тараран. Жас андезиттік вулканизм Кавказда белгілі.

Андезиттік вулканизмнің күшті дамыған жері Тынық мұхит бөлдеуі. Оның батыс жағы Камчатканы, Сахалинді, Курил аралдарын, әрі қарай оңтүстікке таралып, ал шығыста Оңтүстік Американың батыс жағын, Анд тауларын алып жатыр. Бұл бөлдеуде андезиттік вулканизм континент пен мұхиттың арасында, яғни континенттік қыртыс пен океандық қыртыстың шекарасында орналасқан. Осыған қарап кейбір зерттеушілер андезиттік магманың пайда болуын базальт пен гранит қабаттарының араласып балқуынан көреді.

Орта вулканииттермен қорғасынның, мырыштың гидротермалық кендері кездеседі. Өзгерген андезиттермен алтынның да кені кездеседі. Андезит вулканизмі дамыған аудандарда

темірдің метасоматиттік көндері де бар. Андезиттің өзі құрылыс, қышқылға шыдамды материалдар ретінде де қолданылады.

ГРАНИТ-ЛИПАРИТ ТОБЫ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИДЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Гранит-липарит тобының жыныстарын қышқыл жыныстар дейді. Себебі мұнда кіретін жыныстарда басқа топтармен салыстырғанда SiO_2 -ның мөлшері әлдеқайда көп те, ал фемалық элементтер аз. Қышқыл жыныстардың жалпы химиялық құрамы мынадай: SiO_2 - 65-75, кейбір аса қышқыл түрлерінде 80-85% -ке жетеді; Al_2O_3 - 12-17, $FeO+Fe_2O_3$ - 0-6, MgO - 0-2, CaO - 0-5, Na_2O+K_2O - 6-8, сілтілі түрлерінде 8-12% -ке жетеді:.

Бұл топтың жыныстары Жер қыртысында кең тараған. Барлық магмалық жыныстардың ішінде олар 50-60% құрайды /Соловьев, 1970/. Бірақ бұлардың негізді және орта жыныстардан бір айырмашылығы - бұл топта вулканиттерден интрузивтік жыныстар басым келеді. Олардың диффузивтік түрлері магмалық жыныстардың ішіндегі 10% -тей-ақ құрайды. С.П.Соловьевтің деректеріне қарағанда қышқыл плутониттер барлық интрузивтік жыныстардың ішінде 84% -тейін құрайды. Қышқыл жыныстар плутониттер мен вулканиттердің осындай қатынасымен басқа топтар жыныстарынан ерекше тұрады.

Қышқыл жыныстардың басты минералдары кварц пен далязиттер. Соңғысы калишпат пен қышқыл, кейде орта плагиоклаз болып келеді. Қосымша минерал ретінде биотит, мусковит, горнбленд, кейде пироксен кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, магнетит, циркон, монацит, тормалакон, ксенотим, пирохлор, турмалин тағы басқа сирек металлы, редисактивті минералдар болып келеді.

Интрузивтік жыныстар

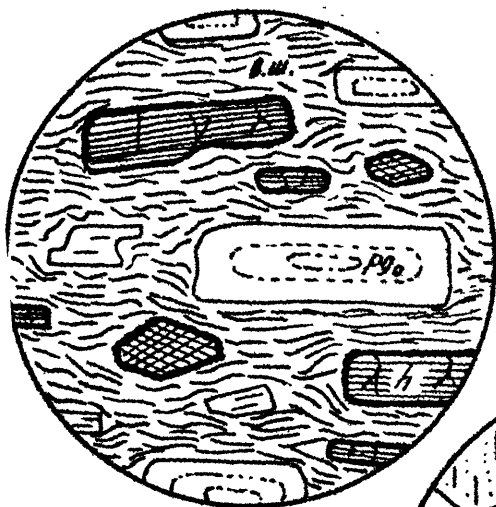
Қышқыл плутониттердің ішінде далязиттерінің құрам

фемалық минералдар бойынша және олардың мөлшер қатынасына қарап мынадай негізгі түрлерін бөледі: гранит, сілтілі гранит, плагиогранит, аляскит, гранодиорит, рапаквив, чарнокит.

Гранит /итальянша гранито - түйір, Цезальпилдс, 1536/ ашық түсті жыныс, көбіне қызғылт, қызыл, қызғылт сұр, кейде ақшыл сұр, ақ, қою қызыл, жасыл түсті болады. Гранит орта, ірі түйірлі, кейде зор түйірлі болады. Басқа плутоидтерге қарағанда гранитте порфирлілеу структура жиі кездеседі. Мұндай жыныстарда бірнеше сантиметрге жететін дала шпаттарының зор кристалдары орта, ірі түйірлі негізгі массаның ішінде айрықша болып тұрады. Граниттің текстурасы шомбал, кейде шпирлі /оқшаулы/, директивті болады. Оның басты минералдары кварц, калишпат, плагиоклаз.

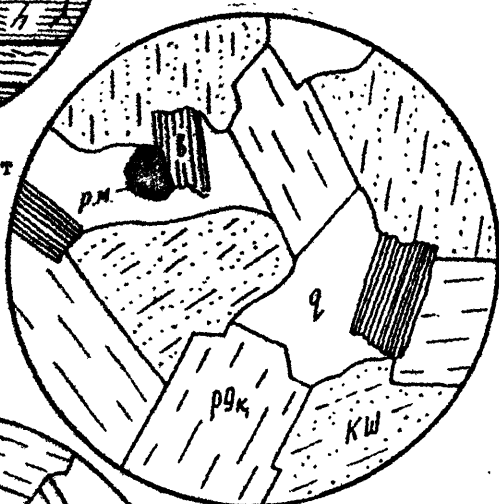
Кварц граниттің ең басты минералы. Граниттің кейбір түрлерінде не калишпат, не плагиоклаз ғана қатысуы мүмкін, ал онда кварцтың болуы міндетті. Кварц қалыпты гранитте 25-30 % құрайды, кейде одан көбірек болады. Гранитте кварц негізінен тұрпатсыз болады, дала шпаттарына қарағанда ұсақтау түйірлер құрайды. Кейде ол ірі түйір де болып келеді. Мұндай жағдайда оның ірі түйірлерінде плагиоклаздың ұсақ тақта тәрізді түйірлері болады да, жыныс пойкилиттік структуралы келеді. Гранитте кейбір жағдайда кварц калишпатпен бітісе өсіп, жынысқа микропегматиттік структура бейнесін береді. Кейде кварц плагиоклазда құрт /шлуашын/ тәріздес түйірлер құрайды. Мұндай жағдайда жыныстың структурасын мirmekиттік дейді.

Плагиоклаз қалыпты гранитте 25-30% құрайды. Құрамы бойынша ол № 10-30 олигоклазға сай келеді. Гранитте плагиоклаз көбіне калишпат пен кварцтан тұратын тақта тәрізді түйірлер құрап, жынысқа граниттік структура береді /118 - сурет/. Кейде ол тұрпатсыз болып келеді, бұл жағдайда жыныстың структурасы аллотрихоморфтық, аплиттік болады. Плагиоклазға полиситетикалық егіздіктер тән. Плагиоклаз гранитте көп жағдайда серициттенген.

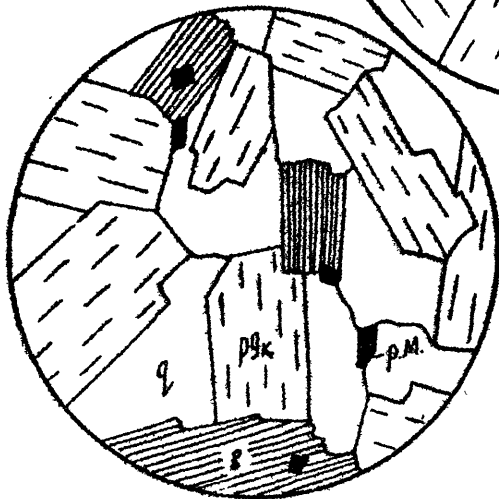


117-сурет. Горнбленда-
плагиоклазды андезит,
структурасы порфирлі,
арқауы витрофирлік.
Көз аясы 2,5 мм

118-сурет. Биотитті гранит
структурасы граниттік.
Көз аясы 5 мм



119-сурет. Биотитті
плагиогранит, структурасы
гипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм



Натрий-калийлі дала шпаты гранитте 30-36% құрайды. Ол жыныста микроклин не ортоклаз болып келеді. Оның түйірлері плагиоклаздан көбіне тұрпатсыз болып келеді. Егер жыныста калишпат ортоклаз болса, онда оның түйірінде өгіздік болмайды, егер болса, онда ол қарапайым өгіздіктер болып келеді. Микроклинге тор өгіздіктер тән. Гранитте кейде микроклиннің жасыл түрі - амозонит кездеседі. Осындай жасыл түсті гранитт амозонитті гранит дейді.

Граниттерде калишпат кейде зор фенокристалл боп келеді. Бірақ мұндай фенокристалдар алғашқы магмалық түзілімдер емес, олар соңғы магмалық сатыда метасоматоз процесінде пайда болатын кристалдар. Сондықтан ондай калишпаттар кристалдарында әр уақытта плагиоклаз бен кварцтың жұрнақтары байқалады. Калишпат көбінесе пелиттенген, яғни ол бойынша сазды минералдың өте ұсақ түйірлері дамыған. Осындай туынды минералдар калишпатқа қызғылт түс береді. Олардың агрегаттары шифте калишпаттың бетін тандақ-тандақ боп, кейде түгелдей алып жатады, түсі сұр, қоныр-сұр болады, айқас никольде изотропты минералдар сияқты болып келеді.

Семалық минералдар гранитте 5-10% құрайды. Егер олар жыныста 5%-тен көп болса, онда оны лейкократты гранит дейді. Семалық минералдар гранитте көбіне биотит болып келеді, одан басқа горнбленд, өте сирек пироксен кездеседі. Гранитте мусковит негізінен өзгерген түрінде кездеседі. Ол биотит бойынша не плагиоклаз бойынша дамыды. Семалық минералдар гранитте негізінен дұрыс пішінді түйірлер болып келеді. Граниттің түрлерін осы семалық минералдардың қатысуына қарап бөледі. Мысалы биотитті гранит, горнблендті гранит және тағы басқалар.

Акцессорлық минералдар гранитте негізді, орта плуто-ниттерге қарағанда аздау /2%-тен артпайды/ кездеседі, бірақ олар өте көп түрлі болып келеді. Мысалы, апатит, сфен, циркон, ортит, магнетит, ксенотим, турмалин, неше түрлі сирек металды, радиоактивті минералдар кездеседі.

Сілтілі гранит - сирек кездесетін жыныс. Түрі, түсі тектұрарсы, структурасы жағынан қалыпты граниттен көп айыр-

машылығы жоқ. Түсі қырғылт, сұрғылт, ақ, қызыл болады. Структурасы біркелкі орта, ірі, кейде ұсақ түйірлі, порфирлі. Текстурасы шомбал, директивті /бағдарлы/. Сілтілі граниттер кварцтан, сілтілі дала шпаттары мен сілтілі фемалық минералдардан тұрады. Қалыпты граниттен дала шпаты мен фемалық минералдардың сілтілі болуымен ажырайды.

Сілтілі гранитте дала шпаттары натрий-калийлі түрлері ортоклаз, микроклин, альбит - болып келеді. Дала шпаты көбінесе екі фазалы микропертит болады. Олар жыныста 60-65 % құрайды.

Кварц сілтілі гранитте 25-30 % құрайды, негізінен тұрпатсыз, изометриялық түйірлер құрайды.

Фемалық минералдар биотит, сілтілі амфиболдар /рибекит, арфведсонит/, сілтілі пироксен /эгирин/ болып келеді. Фемалық минералдың қатысуына қарап граниттің түрлері бөлінеді: биотитті сілтілі гранит, рибекитті гранит, эгиринді гранит, тағы сол сияқтылар. Фемалық минералдар бұл граниттерде 5-10% құрайды.

Сілтілі граниттерде акцессорлық минералдардың көптеген түрі кездеседі. Оларда көптеген ұсақ компоненттері бар сирек металды мынадай минералдар кездеседі: циркон, монацит, торит, пирохлор, гагаринит, колумбит, танталит, тағы басқалар.

Плагιοгранитте қалыпты гранитке қарағанда дала шпаттары тек қана плагіоклаз болып келеді. Ол құрамы жағынан №20-30 олигоклазға сай келеді. Натрий-калийлі шпаттар плагіогранитте болмайды. Егер ол болса, қосымша минерал ретінде ғана кездеседі. Олигоклаз жыныстың 30-65 % -тің құрайды. Онда ол негізінен дұрыс тақта пішінді болып келеді.

Кварц плагіогранитте 25-30 % құрайды. Ол негізінен тұрпатсыз түйірлер болып келеді.

Фемалық минералдар плагіогранитте гортонд, биотит, кейде пироксен болып келеді. Олар жыныстың 5-10 % -тің құрайды. Акцессорлық минералдар магнетит, сфен, апатит болып келеді.

Плагииограниттің минералдары бойынша қалыпты граниттегідей туынды минералдар дамиы. Плагноклаз серициттенеді, фемалық минералдар бойынша хлорит дамиы. Плагииограниттің структурасы гипидиоморфты түйірлі, онда плагноклаз бен фемалық минералдар дұрыс пішінді болып келеді / 119-сурет/.

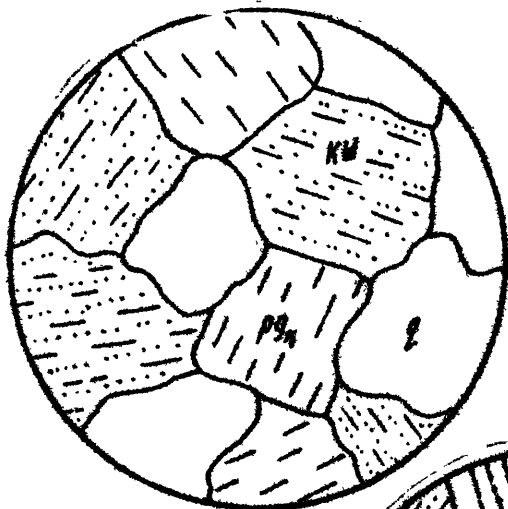
Құрамы мағынан плагииогранит қалыпты гранит пен кварцты диориттің аралығындағы жыныс. Соңғыпан плагноклаздың құрамы бойынша ажырайды, онда ол олигоклаз болып, ал кварцты диоритте андезин болып келеді. Плагииогранитте кварцтың мөлшері кварцты диориттегіден көбірек, соңында ол 20 %-тен артады, ал плагииогранитте 25-30% құрайды. Кварцты диоритте фемалық минералдардың мөлшері плагииограниттегіден көбірек; олар плагииогранитте 5-10 %, ал кварцты диоритте 15 %-тен артады.

Плагииогранит пен кварцты диориттің аралығындағы жынысты тоналит деп атайды. Оның құрамы мынадай: плагноклаз 30-35 55-60 %, кварц 20-25 %, фемалық минералдар /горнбленд, биотит/ 10-20% құрайды.

Аляскит /Аляска түбегі атымен/ - граниттің лейкократты түрі. Онда фемалық минерал болмайды, болса да өте аз болады. Аляскиттің түсі ашық, ақшыл-сұр, ақ, қызғылт болады. Текстурасы шомбал, орта, кейде ірі түйірлі жыныс. Аляскитте дала шпаттары олигоклаз, ортоклаз, микроклин, микропертит болып келеді. Сөбінесе калишпат плагноклаздан басым келеді. Кейде олигоклаздың орнына альбит кездеседі. Дала шпаттары аляскитте 50-65 %, кварц 30-40% құрайды. Аляскиттің структурасы көбіне аллотрономорфтық болады /120 - сурет/. Егер жыныста олигоклаз болса, онда граниттік болады.

Гранодиорит химиялық, минералдық құрамы бойынша гранит пен диориттің аралығындағы жыныс. Онда SiO_2 мөлшері 35-68 %, соңдықтан оны қышқыл жыныстар қатарына жатқызады. Гранодиорит плагноклаз, калишпат, кварц, фемалық минералдардан тұрады.

Плагноклаз гранодиоритте орта түрімен 30-40 андезин болып келеді. Оның жыныста мөлшері калишпаттан артық болып,

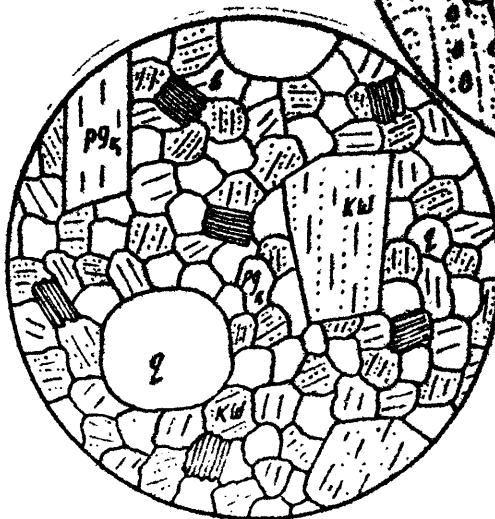


120-сурет. Алясжит,
структурасы аллотриоморфт
Көз аяси 5 мм

121-сурет. Горнолаңділі
граводморит, структурасы
гипидиоморфтік. Көз аяси
5 мм



122-сурет. Биотитті ұранит
порфир, структурасы порфир
арқауи микропанттік.
Көз аяси 5 мм



40-45% құрайды. Плагноклаз гранодиоритте тақта тәрізді түйірлер болып келеді, полисинтетикалық өгіздіктері жақсы жетілген. Кейде зоналы болып келеді. Мұндай түйірлерде орта бөлігі бойынша эпидот, цоизит, кальцит, серицит тін агрегаты дамыған, ал шет жағы таза болады.

Калишпат гранодиоритте гранитке қарағанда азырақ, оның мөлшері 20-25 % болады. Оның түйірлері тұрпатсыз келеді.

Кварц гранодиоритте ксеноморфты келеді. Оның мөлшері калишпаттай 20-25%, гранитке қарағанда көмірек, ал кварцты диориттегіден көбірек болады.

Фемалық минералдар гранодиоритте граниттен көбірек, ал кварцты диориттегіден азырақ болып, орташа 15-20% құрайды. Олар гранодиоритте негізінен горнбленд пен биотит болып, кейде пироксен болып келеді. Гранодиоритте акцессорлық минералдар кәдімгідей кездеседі, олар негізінен апатит, магнетит, сфен болып келеді. Гранодиориттің түрлері фемалық минералдар бойынша ажыратылады. Мысалы биотитті гранодиорит, горнблендті гранодиорит, т.б.

Гранодиорит орта, ірі түйірлі, ақшыл сұр, қызғылт, сұрлау қызғылт, шомбал, кейде дерективті жыныс. Гранодиориттің структурасы кейде порфирлілеу келеді. Ондағы фенокристалдар ортоклаз, микроклин болып келеді. Ондай түйірлер тақта тәріздес болады, өлшемі 3-4 см-ге жетеді, шет жағалары келір-бұдырлы келеді. Осындай ірі түйірлер плагноклаз сияқты кейде зоналы болады /121 - сурет/. Мұндай түйірлерде кварц пен плагноклаздың жұрнақтары кездеседі. Гранодиориттегі калишпат фенокристалдарының осындай құрылысты болуы, олардың метасоматиттік жолмен пайда болуын көрсетеді.

Гранитоидтардың жатыс пішіні, жаратылысы әрқилы келеді. Сілемдердің пішіні, қалыптасу тереңдігі, жапсарлас жыныстармен қатынасы бойынша оларды екі түрге бөлуге болады. Бірінші түрдегі гранитоидтар кішігірім штоктар, лакколиттер құрайды. Олар жапсарлас жыныстарды қиып жатады. Мұндай

сілемдер негізінен кіші тереңдікте қалыптасады. Текстуралық, структуралық ерекшеліктеріне, жапсарлас жыныстармен қатынасына қарағанда олар граниттік магманын кристалдануынан пайда болады. Мұндай граниттік магма базальттық магманын дифференциаты болуы мүмкін не граниттік қабатта анатексис, палингенез процесінде қалыптасатын граниттік магманын литосфераның жоғарғы қабатына көтеріліп қатаюынан болуы да ықтимал. Палингенез деп магмалық жыныстардың балқуын, ал анатексис деп әр текті /магмалық, шөгінді, метаморфтық/ жыныстардың балқуын айтады. Жоғарыда көрсетілгендей кіші сілемдер қалыпты гранитке, плагiogранитке, сілтілі гранитке тән.

Екінші түрлі гранитоидтар зор сілемдер – батолиттер, лополиттер құрайды. Мұндай сілемдер дұрыс пішіндер құрмайды. Егер денудация нашар болса, онда осындай сілемдер жер бетіне жеке-жеке шток болып шығады. Осындай гранит батолиттері негізінен қатпарлы аймақтардың езегінде орналасқан. Олар 10–15 км-лік тереңдікте қалыптасады. Айналасын қоршаған жыныстармен қатынасына қарай гранит батолиттерін екі топқа бөлуге болады. Олар үйлес /сәйкес жататын батолиттер және шалыс жататын батолиттер.

Шалыс жататын батолиттер жапсарлас жыныстарды қылып жатады және оларды термалы метаморфтық өзгерістерге ұшыратады. Өздері сілемнің шет жағында ұсақ түйірлі болады, себебі бұл жерде магма суық жапсарлас жыныстардың әсерінен тез қатайды. Граниттің өздеріне гилидиоморфтық структура тән, текстурасы шомбал болады. Осының бәрі граниттің магманың қатаюынан пайда болғанын көрсетеді. Мұндай граниттерге постмагмалық өзгерістер тән. Және ондай өзгерістер жапсарлас жатқан жыныстарда да байқалады. Зерттеулерге қарағанда осындай граниттік батолиттер негізінен қатпарласу процестері аяқталғаннан кейін, кейде онымен қатарлас қалыптасады. Сілемдердің осындай түрлері қалыпты граниттерге тән, сілтілі гранит пен плагiogраниттер мұндай денелер құрмайды.

Гранитоидтардың екінші тобы қоршаған қатпарлы құрылымдармен үйлес жатады. Оларда қоршап жатқан шөгінді, метаморфтық жыныстардың жұрнақтары кездеседі және олардың жапсарлары анық болмайды, жыныстар бір-біріне біртіндеп өзгереді. Қоршап жатқан жыныстарда инъекциялық гнейстер кең тараған. Гранитпен жапсарлас жатқан жыныстарда олардың қабаттылығы, тақталанған жазықтығы бойымен көптеген граниттің желілері тараған. Осындай граниттік сілемдердің құрамы жапсарлас жыныстардың құрамына үйлес келеді. Оларда қоршаған жыныстардың текстуралық, структуралық ерекшеліктері кейде жақсы сақталып қалады. Осыған қарағанда мұндай граниттік батолиттер қоршаған жыныстардың өзгеруімен пайда болады. Олар қалай пайда болады, бұл жағынан екі көзқарас бар.

Бірінші көзқарасқа қарағанда мұндай батолиттер аймақтық метасоматоз процесінде қалыптасады. Осындай өзгерісте жүргізетін термалық ерітінділер кремний – сілтілі болады. Оның көзі магматизм, ал оның пайда болып шығуына әсер ететін процесс – ол магма затының даму кезінде гравитациялық дифференциацияға ұшырауынан болуы мүмкін. Граниттенген жерде кремний, натрий, калийдің көбеюіне байланысты ол жерден темір, магний, кальций шығарылады. Содан ол жердегі жыныстар біртіндеп гранит бейнесін қабылдап, гранитке айналады. Гранит батолитінің осы жолмен пайда болуы оның өте зор көлемді болуын, онда қоршаған жыныстардың кейбір белгілерінің сақталып қалуын және олардың ара жапсарларының анық болмауын оңай түсіндіреді. Бірақ бұл гипотезаның көптеген кемшіліктері де бар. Ол – граниттің алып жатқан зор көлемінде біркелкілі минералды болуы, Егер гранит метасоматоз процесінде пайда болатын болса, онда оның минералдық құрамы ерітіндінің жүріс бағытына қарай өзгеріп отырады елі. Екіншіден граниттің структурасы магмалық жыныстарға тән структура, ал метасоматоз процесінде граниттік структура пайда бола алмайды. Осыған қарап кейбір ғалымдар (Д.С. Коржинский, т.б.) гранит батолиттерінің

қалыптасуын магмалық орын басу процесі деп түсіндіреді.

Магмалық орын басу процесі былай жүреді. Мантияда гравитациялық дифференциация жағдайында көтеріліп шыққан кремний-сілтілі ерітінділер қоршаған жыныстарға әсер етіп, одан *Mg, Fe, Ca* элементтерін ығыстырып шығарады. Осының салдарынан ол жыныстардың құрамы біртіндеп гранит құрамына жақындайды. Көлген ерітіндінің температурасының жоғары болуынан және граниттің балку температурасының келген ұшпалы компоненттерден төмендеуінен барып, жанағы құрамы гранитке жақындаған қоршаған жыныстар біртіндеп балқып, гранит магмасына айналады. Осы магмадағы ұшпалы компоненттердің және мантиядан келіп жатқан кремний - сілтілі ерітінділердің жоғары қарай алға жылжуынан метасоматоз /граниттену/ процесі ағы қарай жылжып, гранит магмасының одан әрі өсуіне жағдай туғызады. Осындай процесс ерітінді мен жылулық келіп біткенінше жүреді, яғни осылай қалыптасатын граниттік магманың көлемі мантиядан келетін ерітінділердің мөлшері мен қуатына және де қоршаған жыныстың құрамына байланысты. Егер қоршаған жыныстың құрамы гранитке жақын болып, ұшпалы компоненттері көбірек болса, онда магманың балку процесі де жеңіл жүреді. Ал егер керісінше болса, құрамы граниттен мүлдем бөлек, ұшпалы компоненттері мүлдем жоқ болса, онда граниттену процесі өте баяу және шамалы ғана жүреді. Егер осылай қалыптасқан граниттік магманың энергетикалық ресурсы жеткілікті болып, тектоникалық жағдай ыңғайлы боса, онда осындай граниттік магманың жоғары жылжуы да мүмкін. Бұл жағдайда қалыптасқан граниттік батолиттер жапсарлас жыныстарды қиып жатады және оған жылулық - метаморфтық әсерлер етеді. Мұндай граниттерді аллохтонды граниттер дейді. Егер ерітінділермен мантиядан келген бар жылу тек балқытуға кеткен болса, онда ол магма орынында қалып қатады. Бұл жағдайда гранит пен қоршаған жыныстардың жапсарлары анық емес, бір біріне құрамы мен құрылысы біртіндеп өзгереді. Граниттің өзінде жапсарлас жыныстардың текстуралық-структуралық іздері қалы

ды.

Осындай граниттену процесінде босап шыққан Fe, Mg, Ca қайда кетеді деген сұрақ туады. Бұл жағынан да бірнеше жорамалдар бар. Бір зерттеушілердің жұмыстарына қарағанда, олар скарндарды, негізді сланецтерді құруға, не жер бетіне шығып гидротермалық шөгінді жыныстарды құруға кетеді. Басқалардың айтуынша, олар ешқайда кетпейді, жанадан пайда болған магма мен граниттің көлемінің ұлғаюына байланысты барлық жыныс бойынша таралып орналасады. Осындай болжам граниттену процесінің геосинклинальдің орогендік сатысымен байланысты екенін жақсы түсіндіреді.

Жаруашылықта граниттер жақсы құрылыс материалы ретінде кенінен қолданылады. Олардың әдемі түрлері - рапакиви мен амосонитті гранит - әшекейлеу ісінде пайдаланылады. Гранитоидтармен металдардың, метал емес заттардың көптеген кендері кездеседі. Мысалы, олармен флюориттің, мусковиттің, бариттің кендері кездеседі. Сирек металдардың $/Sn, W, Mo, Ta, Nb, TR/$, радиоактивті элементтердің, полиметаллдардың $/Pb, Zn, Cu/$, асыл $/Au, Ag/$ заттардың негізгі кендері осы гранитоидтармен байланысты.

Гипабиссалдық және желілі қышқыл жыныстар

Гипабиссалдық және желілі қышқыл жыныстар осындай жыныстардың ішінде көп тараған. Олардың ішінен асхисті және диасхисті топтары бөлінеді. Асхисті жыныстарға микрограниттер, гранит-порфирлер, гранодиорит-порфирлер жатады.

Микрограниттер минералдық, химиялық құрамы жағынан абиссалдық сынықтарға сияқты. Олардың ішінен құрамына қарай қалыпты, сілтілі түрлерін бөлуге болады.

Қалыпты микрогранитте SiO_2 58-72%, сілтілер $/Na_2O + K_2O/$ 5-8, фемалық элементтер $/CaO + MgO + FeO + Fe_2O_3/$ 4-7% құрайды. Еасты минералдары қышқыл плагиоклаз 25-30%, калишпаттар /микроклин, ортоклаз /30-35%, кварц 25-30% құрайды. Темірлік минералдар 5-10 % құрайды, олар негізінен биотит болып, кейде порцбленд, андроксен болып келеді. Олардың

катысуна қарай микрограниттің түрлері бөлінеді. Мысалы, биотитті микрогранит, горнбленд-биотитті микрогранит т.б.

- Сілтілі микрограниттің құрамында сілтілер $/Na_2O + K_2O/$ 8-12% -ке жетеді және дала шпаттары тек сілтілі түрлері /микроклин, микропертит, ортоклаз, альбит/ болып келеді. Фемалық минералдар да сілтілі болады; биотит, сілтілі амфиболдар /рибекит, арфведсонит/, сілтілі пироксен /эгирин/.

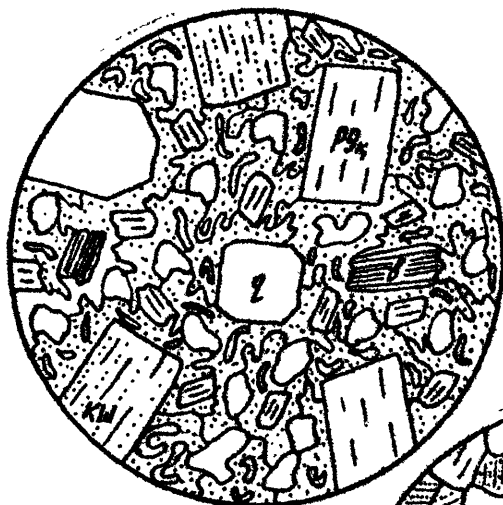
Микрограниттердің текстурасы шомбал, структурасы біркелкі ұсақ түйірлі болады. Түсі көбінесе қызғылт, кейде ашық сұр, сұрлау қызғылт болады. Минералдардың өзара қатынасына қарай оларда структура микрограниттік, микроаплиттік, микропегматиттік болып келеді. Микрограниттер шток, лакколит сияқты денелер болып өте сирек кездеседі. Негізінен олар гранит сілемдерінің шет жағасын құрайды не олардың апофазасы болып, дайқа түрінде кездеседі.

Гранит-порфирлер микрограниттер секілді гранит сілемдерінің шет жағасын не өзіндік кішігірім штоктар, лакколиттер, дайкалар құрайды. Олар микрограниттерге қарағанда көбірек тараған. Минералдық, химиялық құрамы бойынша микрограниттерден аярамайды, текстурасы шомбал, түсі қызғылт, ақшыл сұр болады. Микрограниттен порфир структурасы бойынша ажырайды. Порфир бөлігі кварц, қышқыл плагиоклаз /олигоклаз/, калишпат болып, кейде фемалық минерал болып келеді. Ұсақ түйірлі негізгі массасы сол порфир бөлігіндегі минералдардан тұрады. Оның структурасы микрограниттік, микроаплиттік /12 - сурет/, микропойкилиттік, микропегматиттік /13 - сурет/ болады. Мыныста фемалық минералдардың қатысуына қарап оның биотитті, горнблендті, пироксенді түрлері бөлінеді.

Егер гранит-порфирде дала шпаттары тек сілтілі болып келсе, онда оны сілтілі гранит-порфир дейді. Онда фемалық минералдар биотит, эгирин, рибекит болып келеді.

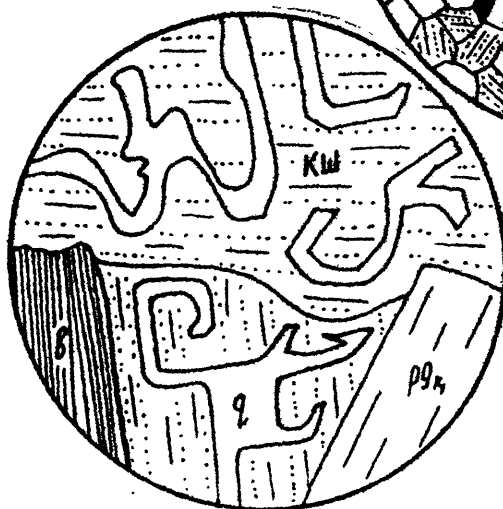
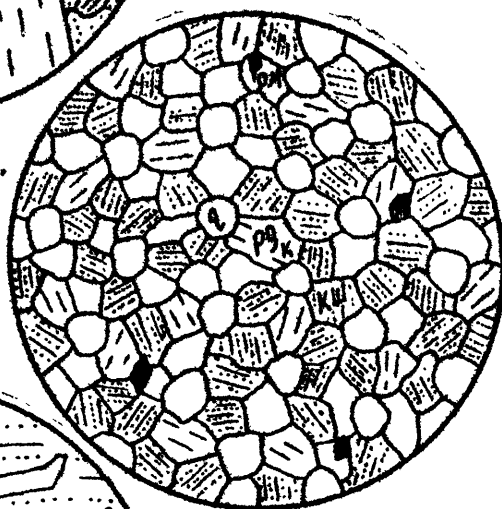
Гранодиорит-порфир құрамы жағынан гранодиоритпен ұйлас келеді, ал структурасы гранит-порфирдікінедей болады.

Гранит-пегматит тобының гипабиссалдық диасхистілік жүйесіне гранит-аплит пен гранит-пегматит кіреді.



123-сурет. Биотитті гранит-
нофир, структурасы порфирлі-
леу, арқауы микропегматиттік.
Көз аясы 5 мм

124-сурет. Гранит-аплит,
структурасы аплиттік.
Көз аясы 5 мм



125-сурет. Гранит-пегматит,
структурасы пегматиттік
Көз аясы 5 мм

Гранит-аплит /грек. Ταντος - қарапайым хай/ - ашық түсті, қызғыл, ақ, сары қызыл біркелкі ұсақ түйірлі шомбал жыныс. Оның микрограниттен айырмашылығы-фемалық минерал болмайды, не өте аз болады. Гранит-аплит сияқты дала шпаттары мен кварцтан тұрады. Дала шпаттары жыныста ортоклаз бен олигоклаз болып келеді. Сымалық минералдан өте аз мөлшерде биотит, горнобленд, пироксен не сілтілі минералдар рибекит, өгірін кездесуі мүмкін. Акцессорлық минералдар магнетит, апатит, цитрон, кейде сирек металдың минералдары болып келеді.

Гранит-аплиттің микроструктурасы аллотриоморфтық /аплиттік/ болып келеді, ондағы дала шпаттары мен кварц изометриялы не пішінсіз түйірлі болады /14 - сурет/. Минералдық құрамына қарай гранит-аплит микрограниттен химиялық құрамы бойынша да ажырайды. Онда кремнезем 72-75 %, кейде 80%-ке жетеді, ал сілтілер 7-10 % құрайды. $\text{CaO}, \text{MgO}, \text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$ төмен, барлығы 4%-тен артпайды.

Гранит-аплит желі, не жұқа дайға болып келеді. Олар негізінен интрузивтік жыныстардың ішінде, кейде оларды қоршаған жыныстарда орналасады. Құрамы мен жатысына қарағанда гранит-аплиттер қышқыл магманың кристалдануынан қалыптасқан қалдық балқымадан пайда болады. Мұндай қалдық балқыма сілемнің қатқан бөлігіне не қоршаған жыныстарға жарықтар арқылы кіріп қатады. Гранит-аплиттің ұсақ түйірлігі жарықтар бойынша қалдық балқымадағы ұшпалы компоненттердің бөлініп кетуіне байланысты. Ұшпалы компоненттердің бөлініп кетуі кварц пен дала шпаттарының өрігіштігін төмендетеді, одан барып балқымада кристалдану центрлері көбейеді. Осының салдарынан ұсақ түйірлі жыныс пайда болады.

Гранит-пегматит /грек пегматос - берік байланыс/ - ашық түсті, көбінесе қызғыл ірі, зор түйірлі жыныс. Онда аплит сияқты негізінен кварц пен дала шпаттарынан тұрады. Бұл минералдардың ірілігі кейде 10-15 см-ге дейін жетеді. Гранит-пегматитте кварц пен калишпат /микроклин/ көп жағдайда бірігіп келеді /15 - сурет/. Оның құрамында

үшпә компоненттері / H_2O, P_2O_5, F, B , т.б./ бар минералдар жиі кездеседі. Ондай минералдар мусковит, биотит, лепидолит, турмалин, топаз, флюорит, апатит, сирек металдар минералдары. Бұл минералдар да көбінесе ірі дүрыс пішінді кристалдар құрайды.

Пегматиттер негізінен гранит интрузивінің жоғарғы шет жағында дайқа, желі, шпир, линза болып орналасады. Кейде ғана олар интрузивтен шығып, қоршаған жыныстар ішінде орналасады. Пегматиттер мен аплиттер кейде бір дене болып кездеседі. Мұндай жағдайда пегматит дененің өзегін, ал аплит шетін құрайды.

Е.А.Черсман пегматиттердің ішінде екі түрін бөледі: таза жолды және будан пегматиттер. Таза жолды пегматиттер граниттің ішінде жатады, олар құрамы жағынан гранит сияқты кварцтан, микроклиннен, олигоклазdan, биотиттен тұрады. Бірақ мұндай пегматиттер үшпалы компонентті, сирек металды минералдарға бай келеді. Сондықтан олардың өндірістік мәні зор болады. Пегматиттермен байланысты Шығыс Сібірге мусковиттің, Карелияда дала шпаттарының, Орал, Өзбекстан, Қазақстанда қымбат бағалы тастардың кені белгілі. Радиотехникада, әскери өндірісте қолданылатын пьезооптикалық минералдар – турмалин, тау хрусталі де пегматиттерде кездеседі.

Будан пегматиттер интрузивтерден сырт жатады, олар сирек металды минералдарда кедей болады. Пегматиттердің өздері керамика өндірісінде пайдаланылады.

Пегматиттердің қалыптасуы жөнінен бірнеше көзқарас бар. Олардың ішінде негізгісі екеу. А.Е.Черсманның зерттеуіне қарағанда, пегматиттер үшпалы компоненттерге бай қалдық балқыманын жабық жағдайда қатамынан пайда болады. Бұл гипотеза бойынша граниттік интрузия қатайғанда оның жоғарғы жағында үшпалы компоненттер жиналады. Олар балқыманың кристалдану температурасын әлде қайда төмендетеді. Содан барып қалдық балқымада зор кристалдар өсіп, ұлғайы компоненттер мен сирек металдардың минералдары қа-

лыптасады.

А.Н.Заварицкий /1961/ гипотезасы бойынша пегматиттер пневматолитті-гидротермалық ерітінділердің гранит құрамды жыныстарға метасоматикалық әсерінен қалыптасады. Бұл гипотеза физика-химиялық және геологиялық деректерге сүйенеді; ол-пегматиттің гранит сілемінің ішінде орналасуы, олардың құрамының сәйкес келуі және пегматитте ұшпалы компонентті минералдың мол болуы.

Эффузивтік жыныстар

Қышқыл эффузивтік жыныстар минералдық құрамы бойынша интрузивтік сыңарларына сәйкес келеді, тек олардан кремнеземнің көптігімен алырайды. SiO_2 қышқыл эффузивтік жыныстарда 72-75% , ал қышқыл интрузивтік жыныстарда 70-72 % құрайды.

Қышқыл эффузивтер орта және негізді эффузивтерге қарағанда Жер қыртысында сирек тараған. Олар барлық магматиттер ішінде ауданы бойынша 10%-тейін құрайды, ол интрузивтік үйлесінен 5 еседей аз тараған. Қышқыл эффузивтердің ішінде де өзгеруіне қарай кайнотиптік және палеотиптік түрлері бөлінеді. Кайнотиптік түрлерге мыналар жатады: липарит, сілтілі липарит, дацит, вулкандық шынылар.

Липарит /Италиядағы Липари аралы бойынша/, оны риолит /грек. *рио-агу*/ деп те атайды. Бұл жыныстар қызғылт, сарғыш, сұр, ақ болып келеді. Негізгі массасы шыны болса, оның түсі қара сұр, жасыл сұр, қызғылт сұр да болады. Структурасы көбінесе порфирлі, кейде афирлі болып келеді. Текстураны флюидалды, кейде шомбал, кеуекті келеді. Флюидалдық құрылысы көзбен байқала бермейді, ол микроскопта жақсы көрінеді. Липаритте фенокристалдар кварц, калишпат, плагиоклаз, кейде биотит болып кездеседі.

Плагиоклаз порфир бөлігінде олигоклаз не андезин болып келеді, кейде тегі негізді де болады. Плагиоклаздың қышқыл жыныста мұндай құрамды болуы, оның кристаллының магмада жер бетіне шықпай тұрып тереңде жатқан кезінде

пайда болуынан. Қатты өрітінділердің кристалдану заңдылығы бойынша магмадан алдымен қиын балқитын плагиоклаз, яғни негізділігі жоғары плагиоклаз бөлініп шығады. Егер ары қарай магма кристалданып бітпей жер бетіне шығатын болса, онда жанағы плагиоклаз қышқыл магмамен реакция жасап үлгермейді. Ал жер бетінде лава тез суып қатады. Сондықтан плагиоклаздың фенокристалдары негізгі массадағыға қағанда негіздірек болады. Ал граниттегі плагиоклаз қышқыл болады, себебі граниттің кристалдану температура біртіндеп түскен жағдайда баяу болады да, басында пайда болған плагиоклаздың кристалдары магмамен реакция жасап үлгеретінде қышқыл плагиоклазға айналады.

Алишпат фенокристалдары липаритте сандық болып келеді. Ол жыныста түссіз, шыныша мөлдір болады.

Кварц фенокристалдары липаритте көбінесе изометриялы балқыған пішінді болады, оның бет жағаларында шығанақ тәрізді ойықтар кездеседі. Кейде фенокристалдарда шынының не негізгі массаның кірмелері болады. Кварц фенокристалдары кейде дұрыс призмалы кристалл болып келеді.

Семалық минералдардың фенокристалдары сирек кездеседі, негізінен ол биотит, кейде гортонд болып келеді. Олар жыныста кейде опацинтталып, магнетит пен пироксеннің ұсақ түйірлерімен қоршалып тұрады.

Липаритте акцессорлық минералдар магнетит, циркон, сфен болып келеді.

Липариттің негізгі массасы фельзиттік, сферолиттік, микропиклиттік болып, кварц пен дада шпаттарынан тұрады. Липариттің негізгі массасы микрограниттік, микроаплиттік те болып келеді. Липариттің негізгі массасы кейде витрофирлік /шынылық/ болып та келеді /26 - сурет/.

Липариттер фенокристалдарына қарай кварцты және фельзитті болып бөлінеді. Фельзитті липариттің біріншісінен айырмашылығы онда кварц тек негізгі массасында ғана кездеседі.

Липариттердің құрылысы жағынан негізді және орта эффектерден ерекше бір айырмашылығы бар. Ол - оның микро-

структурасының өте өзгерме келуі. Липариттің бір денесінде, тегі бір кішкене кесегінде структурасы әр түрлі болып келеді. Оның себебі – қышқыл лавааның өте тұтқыр болуынан. Осыған байланысты қатая бастаған лавадан ұша компоненттер әркез бөлінеді де, кристалдану процесі әр жерінде әрқилы жүреді.

Липариттік порфир липариттің палеотиптік, өзгерген түрі болып саналады. Ол құрамы, құрылысы жағынан липарит сияқты келеді. Түсі көбінесе қызғылт, сарғыш, қызыл, қоңыр-қай, кейде сұрғылт ақ. Липариттен айырмашылығы – калишпат негізінен пелиттенген ортоклаз, микропертит, плагиоклаз серициттенген, фемалық минералдар да өзгерген. Негізгі масада шың болмайды, ол кварц пен дала шпаттары агрегаттарына айналған. Фенокристалдарға қарай липариттік порфир екі түрге бөлінеді: кварцты порфир және фельзиттік порфир. Екіншісінде порфир бөлігінде кварц болмайды.

Сілтілі липариттің кәдімгі липариттен айырмашылығы оның минералдарының сілтілі болып келуінде. Онда дала шпаттары сілтілі болып санчидин, анортотлаз, альбит болып келеді, олигоклаз, андезин болмайды. Фемалық минералдар да сілтілі амфибол-рибекит, арфведсонит, сілтілі пироксен-эгирин болып келеді. Сілтілі липариттер құрылысы жағынан кәдімгі липариттерден айнымайды. Олардың екі түрі болады: комендит және пантеллазит. Комендиттің түсі ақшыл сұрғылт, сарғыштау ақ болады. Онда фенокристалдар санчидин мен кварц болып келеді. Пантеллит жасылдау, сұр болады. Онда фенокристалдар анортотлаз бен кварц болады.

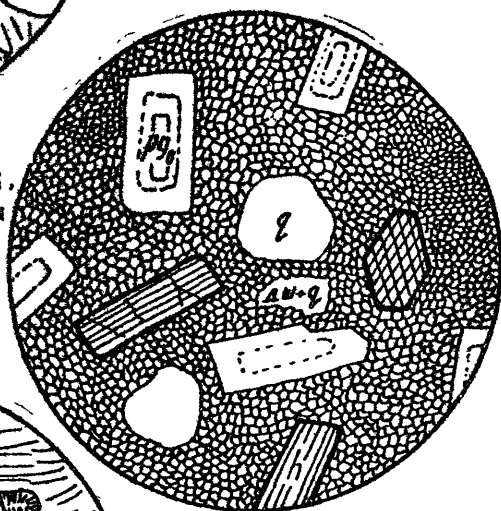
Кварцты ортофир мен кварцты кератофир сілтілі липариттің палеотиптік сынары болып табылады. Кварцты ортофирде фенокристалдар кварц, ортоклаз не микроклин болып келеді, ал кварцты кератофирде – альбит, микропертит, кварц болып келеді. Фемалық минералдар сілтілі липариттегі минералдар болып келеді. Бұл жыныстың түрлері палеотипті, негізгі масасының структурасы микрокристалды болып келеді.

Дацил гранодиориттің эффузивтік үйлесі болып табылады. Оның түсі ашық сұр, қызғылт болады, текстурасы шомбал, флюид.

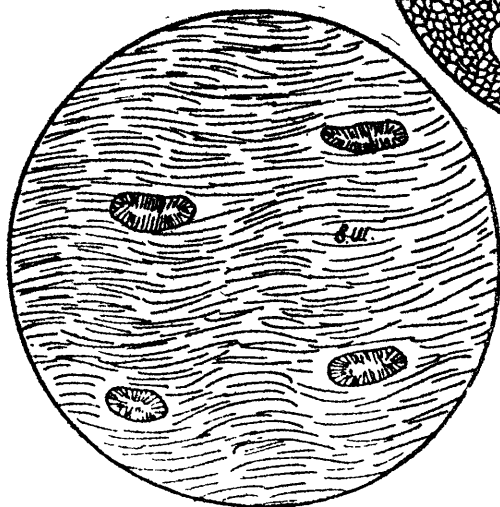


126-сурет. Кварцты амфибит
структурасы витропорфирлік
Көз аясы 2,5 мм

127-сурет. Горнбленділі
дацит, структурасы порфирлі,
арқауы фельзиттік. Көз аясы
2,5 мм



128-сурет. Обсидиан,
текстурасы глобулалды,
структурасы гналиндік.
Көз аясы 2,5 мм



алды келеді, структурасы порфирлі. Порфир бөлігінде зоналы плагиоклаз /андезин/, кварц, фемалық минералдар /биотит, горнбленд, пироксен/ болады. Оның липариттен айырмашылығы калишпат фенокристалда болмайды, тек негізгі массада кездеседі /127 - сурет/. Негізгі массасының структурасы липариттікіндей болады. Дациттің химиялық құрамы бойынша да липариттен айырмасы бар, онда SiO_2 аздау, ал CaO, FeO, Fe_2O_3 көбірек болады. Акцессорлық минералдар магнетит, апатит сфен, циркон болып келеді.

Дациттік порфир дациттің палеотиптік сынары болады, айырмашылығы оның өзгергендігінде, шыны ыдырап дала шпаты кварцты агрегатқа айналған.

Вулкандық шынылар кайнотиптік қышқыл жыныстардың ішінде көп тараған. Олардың ішінде мынадай түрлері бар: обсидиан, пехштейн, пемза, перлит. Егер бұл жыныстарда сілтілер көбірек болса, онда оларды сілтілі вулкандық шынылар деп атайды.

Обсидианның /Обсианус - Эфиопиядағы осы тасты әкелген римдіктің есімі/ түсі қара, жасылдау қара, қара сұр. Кейде қоныр болады, текстурасы флюидалды, структурасы калинді /витрофирлі/ болады. /128 - сурет/. Ол түгелдей вулкандық шыныдан тұрады, кейде аздап кварц пен дала шпаттарымен кристалдары кездеседі.

Пехштейн обсидианға қарағанда ашық түстілеу майша ұлтыр келеді. Онда H_2O 8-10% құрайды.

Пемза /лат.пумекс - көбік/ деп текстурасы кеуек, түсі ақшыл сұр, сарғыштау, құрамында суы бар, жеңіл вулкандық шыныны айтады. Ол үшпа компоненттерге бай: лавалан пайда болады.

Перлиттің басқа шынылардан айырмашылығы оның дөңгелек-дөңгелек болып тараған жарықтары бар перлиттік текстурасында /129 - сурет/.

Вулкандық шынылардың палеотиптік ыдыраған түрлерін фельзиттер деп атайды. Онда шынылар өзгеріп, өте ұсақ түйірлерден тұратын кварц-дала шпаттық агрегатқа айналған.

Қышқыл эффузивтер лаваның тұтқырлығына байланысты қысқа, бірақ қалың тасқындар құрайды. Одан да басқа күмбездер, шоқылар, дайқалар, нектер болып кездеседі. Қышқыл эффузивтер жамылғы түрінде өте сирек кездеседі.

Қышқыл лава атқылау кезінде оның тұтқырлығынан жанартаудың ауыс лаваның қатуынан бекіп қалады. Содан барып төменнен көтеріліп келе жатқан газдар оны жарып қопарады. Осының салдарынан көптеген пирокластық материалдар /бомбалар, липилдер, күмділер, күлдер/ пайда болады. Олардың бірігіп қатаюынан пироклабтық жыныстар қалыптасады.

Қышқыл эффузивтер жеке денелер құрайды және орта, негізді эффузивтермен бірге де кездеседі. Олардың жеке кездесуі қышқыл магманың өзіндік ошағы бар екенін байқатады. Басқа құрамды эффузивтермен кездесетін қышқыл эффузивтер олармен қабаттасып келеді. Көп жағдайда олар вулкандық қабаттардың үстінгі жағын алып жатады. Қышқыл эффузивтің бұлай орналасуы оның орта не негізді магманың дифференциациясынан пайда болғанын көрсетеді. Бастапқы негізді магманың мұндай жіктелуі литосфераның терең қабаттарында не аралық ошақтарда болуы мүмкін. Камчаткада жанартаудың бірінде төменгі жағынан негізді лаваның, ал үстінгі жағынан қышқыл лаваның шығып жатқан орны бар. Осыған қарап қышқыл лаваның негізді магманың дифференциациясынан пайда болатынын түсінуге болады.

Қышқыл эффузивтер құрылыс материалы ретінде кең қолданылады. Олардың бірі пемза – өзінің жеңілдігімен, дыбыс жылу өткізбейтін қасиетімен құнды материал болып саналады. Обсидиан бетелке жасау өндірісінде, әшекейлеу ісінде пайдаланылады. Бәгерген қышқыл эффузивтермен полиметалдардың кейдері кездеседі.

СИЕНИТ-ТРАХИТ ТОБЫ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Сиенит-трахит тобының жыныстары Жер қыртысында өте сирек кездеседі. Олар бағалық магмалық жыныстардың ішінде

көлемі бойынша 0,6 % - тейін-ақ кұрайды. Соне де олар кіші-гірім сілемдер болып келеді. Е.А. Лузнецов /1970/ тексеріп зерттеген ірі деп саналатын Оралдың сиенит сілемінің аумағы 200 шаршы км шамасында. Аумағы 50-60 км сілемдер сиенитер үшін үлкен болып саналады. Әрине бұл жағынан сиениттерді гранитоидтармен салыстыруға болмайды. Жоғарыда айтылған гранит батолиттері ондаған-жүздеген мың ш.км жерді алып жатады.

Осы топтың жыныстары химиялық құрамы бойынша орта жыныстарға жатады: SiO_2 мөлшері 52-55% кұрайды. Бұл жыныстардың көпшілігінде SiO_2 60 % шамасында болады. Глинозем де тұрақты келеді, оның мөлшері 16-18 % болады. Сілтілер бойынша сиенит-трахит тобы диорит-андезит тобынан алмақ жатады. Оларда сілтілер 8-12 % болады. Mg, Ca, Fe -дің мөлшері бұл топ жыныстарында гранит-липарит тобынан жоғарырақ та, ал диорит-андезит тобынан төменірек болады: $FeO+Fe_2O_3$ 4-7, CaO 2-5, MgO 1-4%.

Сиенит-трахит тобының жыныстары негізінен сілтілі дала шпаттарынан, не сілтілі дала шпаты мен плагиоклазdan және фемалық минералдардан тұрады. Кварц олардың құрамында болмайды, тек кейбір түрлерінде оның мөлшері әжептеуір болады. Жалпы осы топ жыныстарының ерекшелігі - құрамында силдік минералдардың кептігі, тек осы топқа жататын лампрофирлердің құрамында ғана фемалық минералдар көп болады.

Сиенит-трахит тобында қалыпты, сілтілілеу, сілтілі қатарлар бөлінеді. Олардың габбро-базальт, диорит-андезит гранит-липарит, нефелинді сиенит-фонолит тобы жыныстарымен құрамы жағынан аралық түрлері бар.

Интрузивтік жыныстар

Қарап отырған топтың интрузивтік жыныстары ішінде құрамы жағынан екі түрі бөлінеді. Олар қалыпты және сілтілі сиениттер.

--- Қалыпты сиениттер. /Египеттегі Сиена жері атымен, Плиний/ - сыртқы пішіні бойынша толық кристаллы шың түсті жыныс. Олардың түсі жыныстың негізін кұрайтын дала шпат-

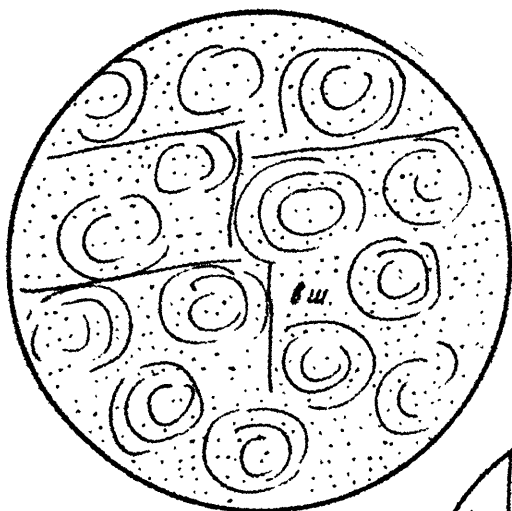
тарының түсіне байланысты. Көбінесе қалыпты сиениттер қызғылт, кейде қызғылт сұр, ашық сұр болып келеді. Олардың текстурасы шомбал, кейде директивті келеді. Директивті текстуралы сиенитті трахитоидты сиенит деп те атайды. Шлирлі сиенит те кездеседі, ондағы шлирлер негізінен фемалық минералдардан тұрады.

Сиениттердің структурасы біркелкілі түйірлі болады, кейде порфирлілеу келеді. Ондағы фенокристалдар калишпат болып, кейде плагиоклаз болып келеді. Түйірлерінің ірілігі бойынша сиениттер негізінен орта түйірлі жыныс, кейде ірі не ұсақ түйірлілері де кездеседі. Қалыпты сиениттер калишпаттан, плагиоклазdan және фемалық минералдардан тұрады /130 - сурет/.

Фемалық минералдар сиенитте 10-22 % құрайды. Олар негізінен горнбленд болып, кейде биотит не пироксен болып келеді. Пироксен сиенитте моноклиндік түрімен авгит не диопсид болып келеді. Фемалық минералдарға қарай сиениттің горнблендті, биотитті, пироксенді, биотит-горнблендті т.б. басқа түрлері бөлінеді. Олардың ішінде көп тарағаны горнблендті сиенит болады, ол жеке сілем де болып келеді. Пироксен мен биотитті түрлері сирек кездеседі, олар негізінен диорит пен гранит сілемдерінің шет жақтарын құрайды. Фемалық минералдың көбеюіне байланысты сиенит меланократті түріне /меланосиенитке/ ауысады. Егер керісінше құрамында фемалық минералдар азайса, онда ол лейкократты түріне /леукосиенитке/ ауысады.

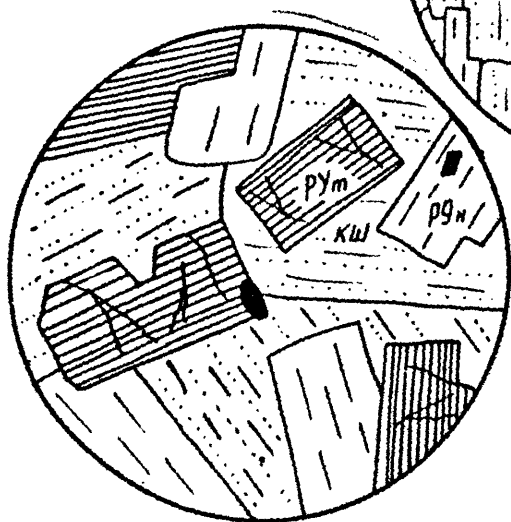
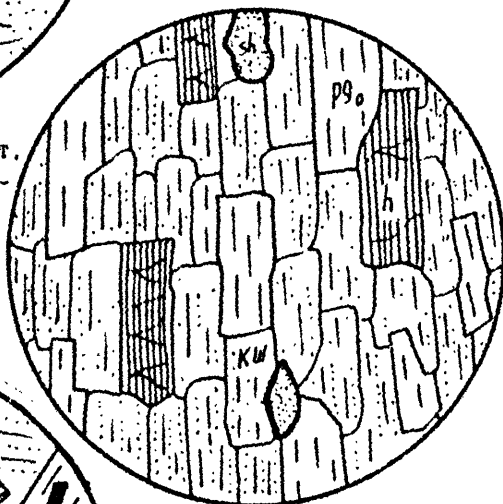
Калишпат қалыпты сиенитте 50-70 % құрайды. Ол микроклин не ортоклаз болып келеді. Кейде олардың құрылысы пертитті болады. Калишпат сиенитте пішінсіз түйірлер не тақта тәрізді болады. Оның түйірлері дұрыс пішінді плагиоклаз бен фемалық минералдардың аралығына орналасады. Кейде калишпаттың ірі түйірлерінде плагиоклаз бен фемалық минералдар кірме болып келеді. Мұндай жағдайда калишпаттың магмадан ең соңында кристалданатынын көрсетеді.

Плагиоклаз қалыпты сиенитте 10-30 % құрайды. Ол олигоклаз не андезин, кейде ғана лабрадор болып келеді.



129-сурет. Перлит, текстура-
сы перлиттік, структурасы
гиалиндік. Көз аясы 2,5 мм

130-сурет. Горисленділі сиенит,
текстурасы трахитоидты, струк-
турасы гипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм



131-сурет. Монзонит,
текстурасы поикобал, струк-
турасы монзониттік.
Көз аясы 5 мм

Плагиоклаз сиенитте идиоморфты тақта тәрізді түйірлер құрайды.

Қалыпты сиенитте акцессорлық минералдар сфен, апатит рудалық минералдар болып келеді.

Қалыпты сиенитте қосымша минерал ретінде кварц жиі кездеседі. Егер оның мөлшері жыныста 5%-тен аспаса, оны кварцты бар сиенит, 5-15% болса - кварцты сиенит дейді. Кварц 15-20% сиенитті граносиенит деп атайды, ол гранит пен сиенит аралық жыныс болып табылады. Сиениттерде кварцтың көбеюінен фемалық минералдардың мөлшері азаяды.

Сиениттер өзінің табиғатына байланысты басқа түрлі жыныстармен тығыз байланысты келеді. Соған орай жоғарыда көрсетілген граносиениттен басқа сиениттердің габбро мен диориттермен де аралық түрлері бар. Оның габбромен аралық түрін габбро-сиенит не монцонит дейді. Онда плагиоклаздың, калишпаттың, фемалық минералдың мөлшері бірдей 30-35% болады. Плагиоклаз лабрадор болып фемалық минерал пироксен болып келеді. Монцониттің структурасы гипидиоморфтық, көбінесе монцониттік болып келеді /131 - сурет/.

Сиениттің диоритпен аралық түрін сиенодиорит не мангерит деп атайды. Ол 50% - теі орта плагиоклаздан, 30% - теі калишпаттан, 20% - теі фемалық /негізінен горнблендтен/ минералдан тұрады. Мангериттің структурасы гипидиоморфтық болады.

Сілтілі сиениттер қалыпты сиениттерге қарағанда көп тараған. Олар сілтілі дала шпаттары мен сілтілі фемалық минералдардан тұрады. Сілтілі фемалық минералдар сиенитте 10-20% құрайды. Олар идиоморфты, кейде ксеноморфты түйірлер болып келеді. Құрамы жағынан олар эгирин, арфведсонит, рибекит, биотит /лепидомехан/ болып келеді. Сиениттің түрлері сол фемалық минералдар бойынша жіктеледі.

Сілтілі дала шпаттары калишпат пен альбит болып келеді. Альбит жыныста әрқилы мөлшерде кездеседі, көбінесе 20-30% құрайды. Кейде тек альбиттен тұратын да жыныс кездеседі, оны натрийлі сиенит деп атайды. Кейбір зерттеушілер оларды метасоматоздан пайда болған жыныстар деп аль-

бітіттер қатарына жатқызады. Альбиттен тұратын сиениттердің қоршаған жыныстарымен қатынасы, текстуралық-структуралық ерекшеліктері олардың қалдық магмалардан қалыптасуының мүмкіндігін көрсетеді.

Калишпат сілтілі сиениттерде микроклин кейде ортоклаз болып келеді. Олар көп жағдайда пертитті болады. Калишпат-тын мұндай құрылысы қатты ерітіндінін ыдырауынан да не альбиттенуінен де болуы мүмкін. Калишпат сиениттерде тақта тәрізді не пішінсіз түйірлер болып келеді.

Сілтілі сиениттерде қосымша минерал ретінде кварц не фельдшпатолар кездеседі. Кварцты сілтілі сиениттер гранит сілемдерімен, ал фельдшпато-лы бар сиениттер нефелинді сиенит сілемдерімен кездеседі. Кварцтың мөлшеріне қарай сілтілі сиениттердің кварц бар, кварцты және граносиенит түрлері бөлінеді. Сілтілі сиениттерде фельдшпато-лтардан нефелин, содалит, канкринит қатысады. Акцессорлық минералдар: сілтілі сиениттерде магнетит, сфен, цитрон, торит, ортит, монацит, малаксон, парохлор, ксенотим және т.б. сияқты металдар минералдары болып келеді.

Сілтілі сиениттердің структурасы гипидиоморфтық, аллотриоморфтық, кейде порфирлілеу болады. Текстурасы негізінен трахитоидты /директивті/, кейде шомбал келеді.

Қалыпты сиениттер негізінен гранит сілемдерінің шет фациясы болып келеді. Мысалға слюдалы сиенит биотитті граниттің, горбленді сиенит биотит-горбленді граниттің фациясы ретінде кездеседі. Сиениттің мұндай сілемдері Сіалда, Баянауылда, Жонғарда, Түркістан жотасында, Байкал маңында белгілі. Қалыпты сиениттердің жеке сілемдері өзірек кездеседі. Олардың аудандары 20-30 ш. км болады.

Сілтілі сиениттер қалыптыға қарағанда көбірек тағарған. Олар гранитпен, нефелинді сиенитпен бірге кездеседі және де жеке сілемдер - кішігірім штоктар, лакколиттер құрайды. Мұндай сілемдер Мариуполь ауданында /Азов теңізі/, Кола түбегінде, Сіалда /Висшегород мен Ильмен маңы/, Мұғалжарда /Ақтобе ойысы/, Қызылста белгілі. Бұл сілемдерде сілтілі сиениттер негізгі сиениттердің фациясы ретінде кездеседі.

Сиениттердің жаратылыс әркімі. Кейбір сиенит сілемдері габбро мен гранит магмаларының дифференциаты ретінде қалыптасса, басқалары нефелинді сиенит пен гранит магмасының қоспаған жыныстармен өз ара әрекеттесу салдарынан пайда болуы мүмкін.

Қалыпты сиениттермен темірдің, мыстың, метасоматиттік кентері байланысты. Осындай кентерге Оңалдағы Благодать тауы, Высокая тауы кентері жатады. Оңалдағы Тагил мыс кені де сиениттермен байланысты. Тәжікстандағы сиениттермен вольфрам кені кездеседі.

Гипабиссалдық және желілі жыныстар

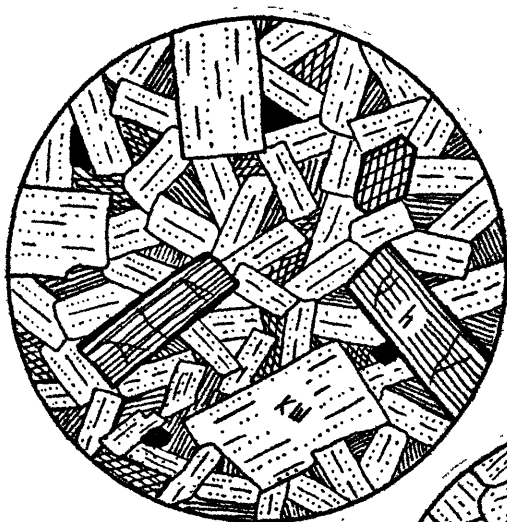
Асхистік гипабиссалдық жыныстарға микросиениттер мен сиенит – порфирлер жатады.

Микросиениттер минералдық құрамы жағынан қалыпты және сілтілі сиениттерге сәйкес келеді. Айырмашылығы олардың ұсақ түйірлігінде. Олар да интрузивтік жыныстар сияқты дала шпаттары мен фемалық минералдардың құрамына қарай қалыпты және сілтілі болады. Микросиениттердің текстурасы шомбал не трахитоидты келеді.

Сиенит-порфирлер түсі, түрі, құрамы жағынан микросиениттерге ұқсас келеді, тек олардың структурасы порфирілеу /132-сурет/, не порфирлі келеді. Порфир бөлігі дала шпаты, фемалық ^{минералдар болып келеді. Негізгі массасы} микроаллотроптық болып, дала шпаттары мен фемалық минералдардан тұрады. Дала шпаты мен фемалық минералдардың құрамына қарай сиенит-порфирлер де қалыпты және сілтілі болып бөлінеді.

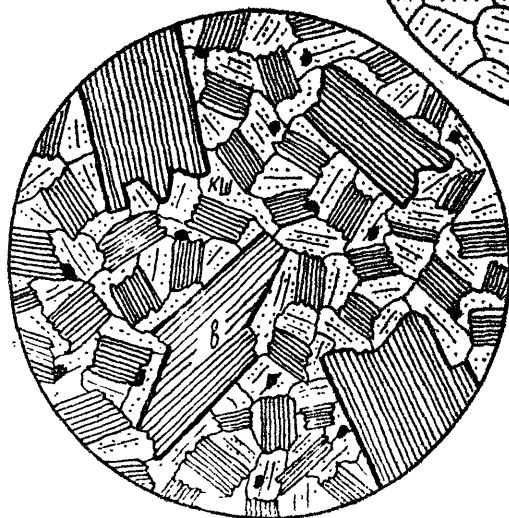
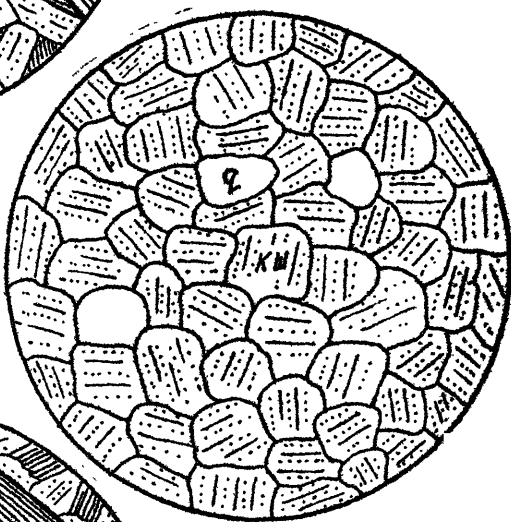
Диасхистік гипабиссалдық жыныстарға сиенит-аплит, сиенит-пегматит, минетта, вогезит жатады.

Сиенит-аплит пен сиенит-пегматит негізінен дала шпаттарынан тұратын лейкократты қызғылт, сары қызғылт, кейде ашық сұр жыныстар. Сиенит-аплит, ұсақ түйірлі микроаллотроптық структуралы жыныс болса /133-сурет/, сиенит-пегматит ірі, зор түйірлі жыныс. Сиенит – пегматитте күрделі ұшақ компоненттер, сирек металдар бар минералдар



132-сурет. Сиенит-порфир,
структурасы порфирлілеу,
арқауы микрогипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм

133-сурет. Сиенит-аплит,
структурасы микроалло-
триморфтық. Көз аясы 5 мм



134-сурет. Минетта, струк-
турасы лампрофирлік.
Көз аясы 5 мм

Трахит пен трахиттік порфирлердің түрлері фенскі металдар болып келетін минералдар бойынша жіктеледі. Тағы да олардың басқа эффузивтік жыныстармен құрамы бойынша аралық түрлері болады. Мысалға трахибазальт, трахандезит, трахит-парит. Трахиттік порфирдің минералдық құрамы бойынша минерал түрлері бар: ортофир /33 - сурет/, кератофир, альбитофир. Ортофирде дала шпаты /альшипат /ортоклаз/, кератофирде альбит пен калишпат, альбитофирде альбит болып келеді.

Трахиттер негізінен қалың тасқындар, кейде күмбездер құрайды. Оның себебі трахиттік лаваның күшті тұтқырлығында. Трахиттер Кавказда жас вулкандық жыныстармен бірге кездеседі. Және олар спилиттермен, басқа да негізді эффузивтермен де жиі кездеседі.

Спилиттермен бірге кездесетін трахиттік порфирлермен күкіртті мыс кендері кездеседі. Олармен алюминий сульфатын алатын алунит кені байланысты. Трахиттің өзі қышқылға төзімді, құрылыс материалы ретінде де пайдаланылады.

НЕФЕЛИНДІ СІЕНІТ-СИНОЛИТ ТОПЫ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ НЕГ. ОРНАСЫМАҚ СІЛІТ- ТАМАСЫ

Нефелинді сіенит - фенолит топтарының жыныстары Жер қабатысында аз таралған. Олар барлық жыныстардың ішінде құрамы бойынша 0,01% шамасында келеді. Бұл топ жыныстарының ішінде интрузивтік түрі эффузивтік сыныпқа кіреді және қайла көп дамыған. Жоғарыда өткен топтардан бұл жыныстар құрамында фельдшпатоидтардың қатысуымен ажырайды. Бұл орай олардың химиялық құрамында да ерекшеліктер бар. SiO_2 - массалық пайдаланудың орта жыныстарындай 44-60% құрайды, ал Al_2O_3 - олардағыдан көбірек 20-22% болады. $FeO+Fe_2O_3$ - 2-10, CaO - 0-6, MgO - 0-2, Na_2O - K_2O - 13-17% болады.

Нефелинді жыныстарда натрий калийден көбінесе көбірек келеді. Бұл жыныстар үшін компоненттер мен сәл металдарға / Rf, Ce, Ti, Zr, Ta, Nb , т.б./ сирек келеді. Құрамында сілтілердің көптігі фемалық минералдардың да сілтілі

болуын тугыдалы.

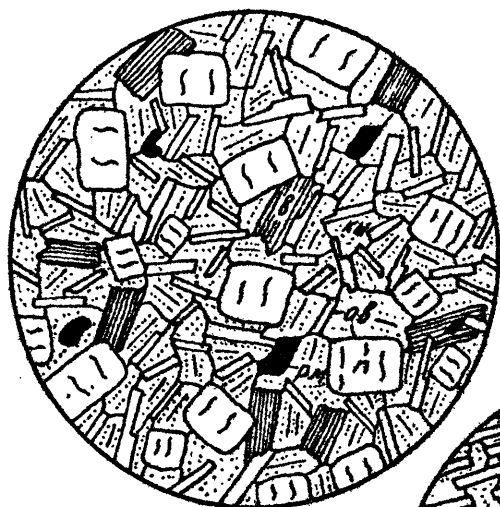
Антацидтік жыныстар

Құрамы негізінен фельдшпатомдтар мен сілтілі дала шпаттарынан тұратын жыныстарды фельдшпатирты сиениттер деп атайды. Олардың ішінде ең көп тарағаны нефелинді сиениттер.

Нефелинді сиениттердің түсі сұр, ақшыл сұр, кейде жасылдау, қызғылттау келеді. Олардың структуралары, текстуралары өте өзгермелі келеді. Кейде бір кесегінің өзінде бірнеше структуралық - текстуралық өзгерістерді көруге болады. Нефелинді сиениттерге көбінесе директивтік /трахитоидтық/, жолақтық, кейде шомбал текстура тән. Олар көбінесе әрікөлкілі орта, ірі түбірілі келеді. Структурасы гипидиоморфтық агпиттық келеді, нефелин мен дала шпаттары тұрпатты болып, ал фемалық минералдар тұрпатсыз келеді. Нефелинді сиениттердің структурасы кейде порфирілеу, панидиоморфтық, поликриттік те болып келеді. Пегматиттік структуралы түрінде нефелин қалыңпатпен бірге өсе келеді. Нефелинді сиениттерде басты минералдардың мөлшері өзгермелі келеді. Сондықтан олардың ішінде көптеген түрлері бөлінеді. Төменде олардың ішінде көбірек тараған түрлерінде ғана тоқтаамыз.

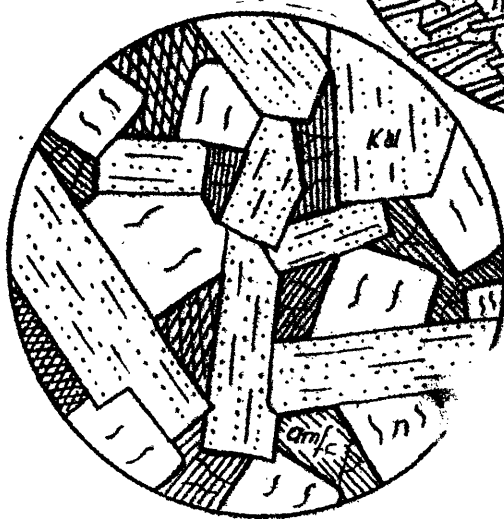
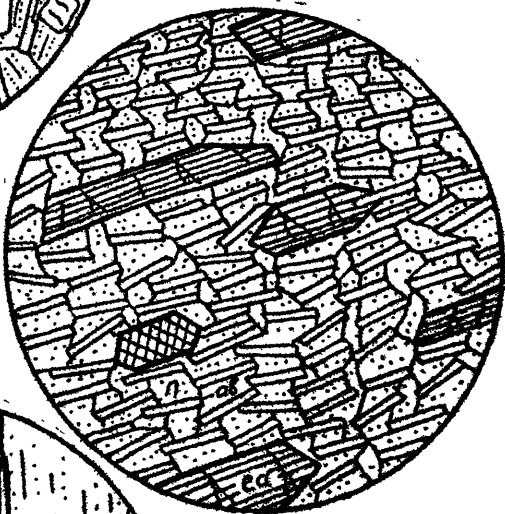
Мивасит /Оралдағы Мнас өзені атымен/. Құрамында 20-30% нефелин, 30-40% қалыңпат, /микроклин не о.тоқлаз/, 30-40% альбит, 5-15% фемалық минерал бар жыныс. Фемалық минерал негізінен қоныр биотит /лепидомелан/, кейде сілтілі амфибол болып келеді. Текстураны шомбал, жолақты, директивті /трахитоидты/, структурасы аллотриоморфтық, гипидиоморфтық болып келеді //138 - сурет/.

Магипсидит /Магиполь қаласы атымен/. Құрамында 15-30% нефелин, 50-70% альбит, 15-20% фемалық минерал бар сиенит //139 - сурет/. Фемалық минерал негізінен әлсіз боп келеді. Текстураны директивті, структурасы призмалық, гипидиоморфтық, аллотриоморфтық, поликриттік болып келеді.



138-сурет. Миескит, текстурасы
ломбал, структурасы гипидиоморф-
тык. Көз аясы 5 мм

139-сурет. Мармуподит,
текстурасы трахитоидты,
структурасы гипидиоморфтык
Көз аясы 5 мм



140-сурет. Соянит, текстурасы
ломбал, структурасы гипидиоморф-
тык. Көз аясы 5 мм

Сойяит /Португалиядағы соя тауы атымен/. Құрамында нефелин 20-30% қалыпшат 30-35%, фемалық минерал 5-15% бар. Семалық минерал сілтілі амфибол, әрқашан болып келеді. Текстурасы шомбал, диэктивті, структурасы гипидиоморфтық /140 сурет/ апатиттік болады.

Хибинит /Сла түбегіндегі Хибин тауы атымен/ деп ірі түйрілі, пегматоиттік структуралы шомбал нефелинді сіенитті айтады. Онда нефелин 35-45%, қалыпшат 40-45%, фемалық минерал 10-20% кұйайды, хибинитке тән минералдың бірі қызыл түсті эвдиалит.

Риссидит /Сла түбегіндегі Риссид тауы атымен/ түсті ашық сұй, жасылдау сұй ірі түйрілі, пайкилиттік структуралы нефелинді сіенитті айтады. Құрамында нефелин 25-40% қалыпшат /сітосилаз/ 40-50%, фемалық минерал 5-15% кұйайды. Қалыпшат бірінеше сантиметрге жететін түйірлер кұйайды, ал нефелин соның ішінде кірме минерал болып келеді. Семалық минерал биотит /лопацмелан/ мен әрқашан болып келеді. Текстурасы шомбал не диэктивті болады.

Луаврит /Луавр өзені атымен/ - қара сұй түсті титаноиттік /141 - сурет/, кейде толқын /бұрша/ текстуралы нефелинді сіенит. Онда нефелин мен фемалық минералдың әрқайсысы 40%-ке жетеді, ал қалыпшат 30-50% кұйайды. Семалық минерал әрқашан, афведсонит болып келеді. Слауран биסקа луавритте эвдиалит, энколит, лампрофиллит кездеседі.

Сы тспка содалитті /тавит/, анальцитті, лейцитті /италит/, канкринитті сіениттер жатады. Олардың нефелинді сіениттерден айырмашылығы - құрамында нефелиннің орынна жоғарыда аталған минералдар бар. Бұл жыныстар табиғатта өте сирек кездеседі.

Жоғарыда аталған жыныстарда акцессорлық минералдардың өте көп түрі кездеседі. Оларға жататын цитронит минералдары-цитрон, эвдиалит, энколит, астифиллит; титан минералдары - сфен, лампрофиллит, меланит, пејавскит; фтор, флюор, көміртегі минералдары-канкринит, кальцит, апатит, флюорит; сіңек металдар минералдары - ринколит, лопатит,

перовскит т.б. Олардың ішінде апатит, офең, циркон көп сілемдерде әндірістік маңызы бар.

Нефелинді сиениттер кішігірім дололит, лакколит, штоктар, кейде ғана бірнеше жүздеген шаршы километрге жететін сілемдер құрайды. Нефелинді сиениттер негізінен платформаларға, кейде қатпарлануы аяқталған аймақтарда кездеседі. Олардың сілемдері терең жарықтар бойына орналасады.

Платформаларда нефелинді сиениттер аса негізді және сілтілі габброидтармен бірге кездесіп, олармен қабаттас plutondар құрайды. Ондай plutondарға ауданы 1300 км. Хибин сілемі жатады.

Қатпарлануы аяқталған аймақтарда нефелинді сиениттер гранит пен сиенит сілемдерінің шет жағын құрайды не жеке денелер болып келеді. Мұндай сілемдер карбонат шегінділердің ішінде орналасады.

Нефелинді сиениттер Кола түбегінде /Хибин, Ловозер сілемдері/, Оралда /Ильмен, Вишневогор сілемдері/, Мұғалжарда /Борсықбай, Қарасор/, Солтүстік Қазақстанда /Кубасадар сілемі/, Азов маңында кездеседі. Шет елде Норвегияда, Гренландияда, Бразилияда, Оңтүстік Африкада белгілі.

Нефелинді жыныстардың тегі жөнінде бірнеше көзқарастар бар. Олардың ішіндегі кең танымалы ассимиляциялық және дифференциациялық болжамдар. Ассимиляциялық болжам бойынша тереңде қышқыл не негізді магма карбонатты шегінділерді балқытып, ерітіп сіңіргенде онда кремний азаяды. Соның салдарынан магмадан дала шпаттары емес, оның орнына фелдшпатидтар кристалданады. Осындай процестен барып нефелинді жыныстар қалыптасады.

Дифференциациялық болжам бойынша сілтілі негізді және аса негізді магмалардың магмалық және кристаллизациялық дифференциацияу процестің ақырғы өнімі ұша компоненттерге бай нефелин-сиенитті магма болады. Осы магманың жоғарғы қабаттарға көтеріліп қатаюынан нефелинді сиениттер қалыптасады.

Нефелинді жыныстармен апатиттің, титанның, графиттің,

сирек металдардың кендері кездеседі. Мысалға Хабиннің апатит кендері, Шығыс Сібірдегі Ботагол графит кені. Нефелин мен лейцит алюминий, шыны, керамика өндірісінде қолданылады.

Желілі және дайкалық жыныстар

Нефелинді желілі жыныстардың ішінде көп тарағаны нефелинді сиенит-порфит, нефелинді сиенит-пегматит және тингуаит болады.

Нефелинді-сиенит-порфир Түсі ашық сұр, жасылдау сұр, текстурасы шомбал, директивті, структурасы порфирлі. Фенокристалдар нефелин, калишпат /ортоклаз не санидан/, негізгі масса эгирин, сілтілі амфибол, сілтілі дала шпаты, нефелиннен тұрады. Нефелинді сиенит-порфир дайка түрінде кездеседі.

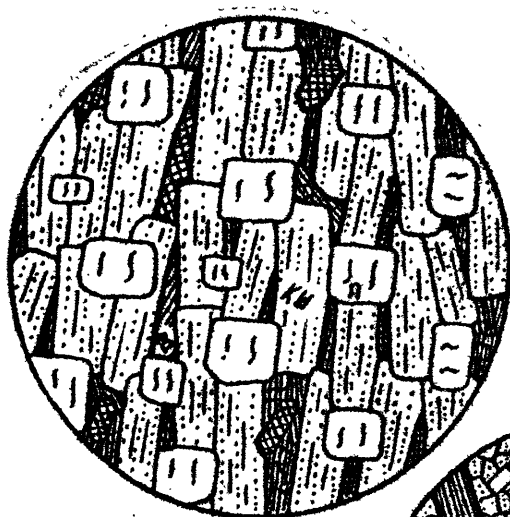
Нефелинді сиенит-пегматитке әр түйірлі пегматоидты структура тән. Текстурасы шомбал не директивті келеді. Құрамында нефелин, сілтілі дала шпаттары мен эгириннен басқа сирек металдардың, минералдары /пироклор, эвдиалит, астрофиллит т.б./ жиі кездеседі. Нефелинді пегматиттер дайкалар, линзалар, шпирлер құрайды.

Тингуаит /Бразилиядағы Сиерра-де-Тингуа тауы атымен/ түсі сұр, ұсақ түйірлі афанитті, кейде ұсақ порфирлі, шомбал жыныс. Негізгі массасының структурасы трахиттік, микроагпаиттік болады. Құрамының 40-50% сілтілі дала шпаттары 20-30/ нефелин, 30-40% эгирин болады. Тингуаит дайка түрінде кездеседі.

Эффузивтік жыныстар

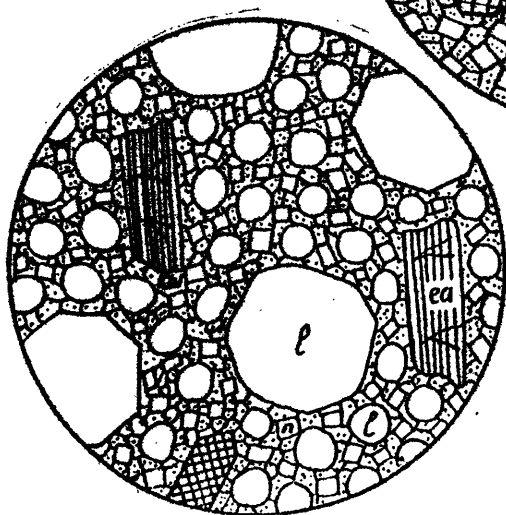
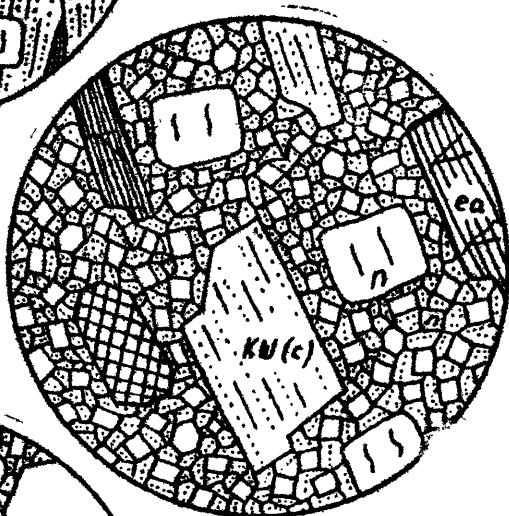
Осы топқа жататын эффузивтік жыныстардың ішінде фonoлит және лейцитофир бөлінеді.

Фонолит /грек. фоне - дыбыс, литос - тас/ - ашық сұр, жасылдау түсті, порфирлі жыныс. Егер фенокристалдар сілтілі дала шпаттары, эгирин, сілтілі амфибол және нефелин болса, онда оны нефелинді фонолит /142-сурет/, ал нефе-



141-сурет. Диорит, текстурасы трахитоидты, структурасы гипидиоморфтық. Көз аясы 5 мм

142-сурет. Нефелинді
фонолит, структурасы порфирлі, арқауы фонолиттік.
Көз аясы 2,5 мм



143-сурет. Лейцитифир,
структурасы порфирлі, арқауы оцеллярлық. Көз аясы 2,5 мм

линен бірге лейцит болса, онда оқи лейцитті фонолит дейді. Негізгі массасы аталған минералдан тұрады, аздап шыны қатысады. Оның структурасы құрамына қарай трахиттік, фонолиттік не оцеллярлық болады.

Лейцитобродің фонолиттен айырмашылығы онда нефелин жоқ және лейцит сілтілі дала шпаттарынан көбірек болады. Структурасы порфирлі, негізгі массасы оцеллярлық болады /143-сурет/.

Жоғарыда аталған эффузивтік жыныстар кішігірім тасқындар, күмбездер, дайқалар құрайды. Олар терең жарылыс бойына орналасады.

СІЛТІЛІ ГАББРОИДТАР – БАЗАЛЬТОИДТАР ТӨБІ ЖЫНЫСТАРЫН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Сілтілі габброидтар мен базальтоидтар өте сирек кезде сәтін жыныстар болып табылады. Химиялық құрамы жағынан олар негізді жыныстарға жатады, бірақ оларға қарағанда сілтілері әлде қайда көп болады. Орташа химиялық құрамы мынадай болады: SiO_2 - 45-52, Al_2O_3 - 12-18, $Fe_2O_3 + FeO$ - 7-12, MgO - 4-10, CaO - 8-20, $Na_2O + K_2O$ - 5-12%.

Химиялық құрамының ерекшелігіне қарай сілтілі габброидтар мен базальтоидтарға негізді плагиоклаз бен фемалық минералдардан басқа калципаттар мен фельдшпатоидтар тән. Бұл топта жыныстардың минералдық құрамының өзгермелі болуына байланысты көптеген түрлері бөлінеді. Олардың ішінде біз тек қана негізділерін қарастырамыз және химиялық құрамы жағынан сілтілі габброидтар мен базальтоидтарға жақын басқа да жыныстарға тоқталамыз.

Интрузивтік жыныстар

Төменде сілтілі габброидтар эссексит пен тегалиттен басқа құрамы жағынан оларға жақын шонкинит, малиннит,

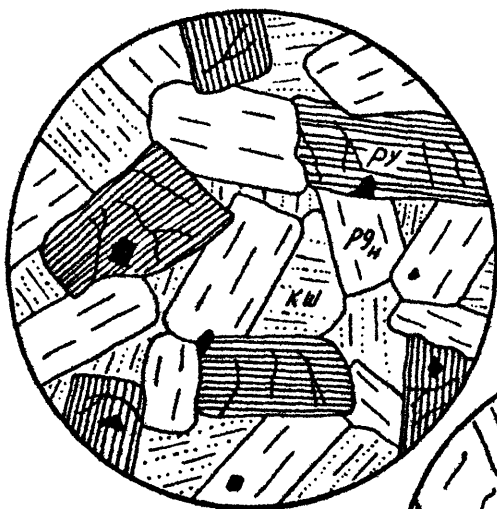
пвит, уртит, ийолит, мельтейгит, якутирангит, миссурит, ферусит, турьятке тоқталамыз.

— Эссексит /Англиядағы Эссекс жері атымен/. Оның балама аты сілтілі габбро. Эссексит негізді не орта плагиоклазdan /40-45 /, титан-не эгирин-авгиттен /40-45 /, калишпаттан /15-20%/ тұрады. Қосымша минерал ретінде сілтілі амфибол, биотит, нефелин, анальцим, содалит кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, магнетит, ильменит болып келеді. Структурасы гипидиоморфтық келеді /144 - сурет/, онда плагиоклаз бен фемалық минералдар басқаларға қағанда дұрыс пішінді келеді, кейде монзониттік болады. Текстурасы шомбал, директивті келеді.

— Тералит /грек. терео - ынтамен зерттеу/. Оның балама аты нефелинді габбро. Тералит құрамында 40-50% негізді плагиоклаз, 40-50% титан-не эгирин-авгит, 10-20% нефелин /145 - сурет/ болады. Қосымша минерал ретінде калишпат, содалит, анальцим, сілтілі амфибол, биотит кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, магнетит, сфен болып келеді. Текстурасы шомбал, директивті, структурасы гипидиоморфтық болады.

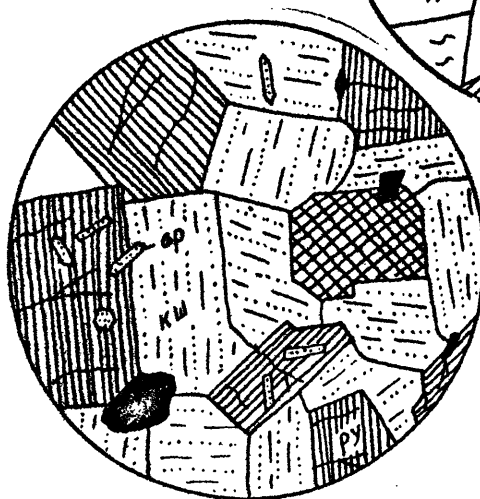
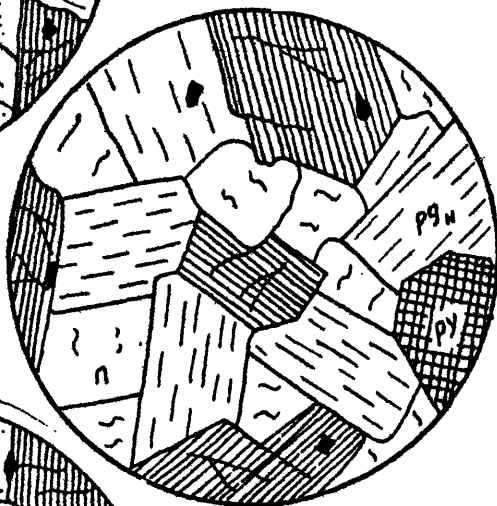
— Шонкинит /АҚШ-дағы Шонкин өзені атымен/. Құрамы жағынан меланократты сиенитке жақын. Ол негізінен ортоклаз /35-40%/ бен моноклиндік пироксен /60-65%/- авгиттен, эгирин-авгиттен тұрады /146 - сурет/. Қосымша минерал ретінде биотит, оливин, сілтілі амфибол, плагиоклаз, нефелин, содалит кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, магнетит, сфен болып келеді. Текстурасы шомбал, структурасы гипидиоморфтық, пойкилиттік. Пироксен әуақытта калишпаттарға қағанда дұрыс пішінді түзірі болып келеді.

— Малинит /АҚШ-тағы Малинч өзені атымен/ құрамы жағынан меланократты нефелинді сиенит деуге болады. Онда эгирин-авгит 50-60, калишпат 20-25, нефелин 25-30 құрайды /147-сурет/. Қосымша минерал ретінде биотит, сілтілі амфибол, содалит кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, магнетит болып келеді. Текстурасы шомбал директивті, струк-



144-сурет. Эссексит, структурасы гипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм

145-сурет. Тералит, структурасы гипидиоморфтық
Көз аясы 5 мм



146-сурет. Шонкинит, структурасы гипидиоморфтық.
Көз аясы 5 мм

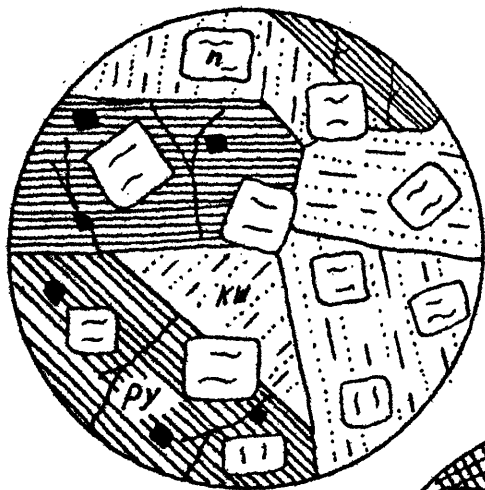
туғасы гипидиоморфтық, пойкилиттік болады.

Ювит /Норвегиядағы Ювет деген жер атымен/ деп құрамында нефелин 40-70 %, калишпат 20-50%, әлгірін 10-30% құрайтын уртит пен нефелинді сиениттің арасындағы жынысты айтады. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, гудалық минералдар болып келеді.

Уртит /Мола түбегіндегі Дуяр Урт тауы атымен/ деп құрамында дала шпаты жоқ не өте аз, 75-100% нефелиннен, 25% пироксеннен /әлгірін, әлгірін-авгит, титан-авгит/ тұратын жынысты айтады /148- сурет/. Егер құрамында нефелин 45-75%, ал пироксен 25-55% болса, онда оны фидит /Чилидағы Мола жер атымен/ деп атайды /149- сурет/. Егер пироксен 55-85%-ке жетіп, ал нефелин 15-45%-ке дейін азайса, онда ол мельтейгіт /Норвегиядағы Мельтейгі жер атымен/ деп аталады /150- сурет/. Егер жыныста нефелин 15% -тен аз болса, ал пироксен 85-100%-ке жетсе, ол якупитангит /Әлгіріндегі Бразилидағы Якупитани жер атымен/ деп аталады /151- сурет/. Осы аталған уртит - якупитангит қатарындағы жыныстар орта-ірі түйілі болып келеді. Текстурасы шомбал, структурасы гипидиоморфтық, порфирлілеу, апатиттік болып келеді. Оларда қосымша минерал ретінде сілтілі амфибол, биотит, плагиоклаз, калишпат, анальцит, содалит кездеседі. Акцессорлық минералдар апатит, сфен, магнетит, эвдалит, циркон т.б. болып келеді. Бұл жыныстар құрамында плагиоклаз өссе, сілтілі габброидтарға, ал калишпаттар өссе, нефелинді сиениттерге ауысады.

Миссурит - 20-50% лейциттен, 50-80 % пироксеннен тұратын интрузивті жынысты айтады /— сурет/. Онда оливин, анальцит, биотит, нефелин, апатит, гудалық минералдар кездеседі. Текстурасы шомбал, структурасы гипидиоморфтық келеді.

Бергусит /Бергустың фамилиясымен/ 50-70 % псевдолейциттен /ортоклаз бен нефелин/, 30-50% пироксеннен /авгит/ тұратын интрузивтік жыныс. Қосымша минерал ретінде биотит, оливин, гранат /меланит/, содалит, канкринит, апатит, магнетит, сфен, калишпат, анальцит кездеседі. Текстурасы шомбал, тығыз, структурасы оцеллярлық келеді.



147-сурет. Малинит, структурасы пойкилиттік. Көз аясы 5 мм

148-сурет. Уртит, структурасы аглаиттік. Көз аясы 5 мм



149-сурет. Илолит, структурасы ксеноморфтық. Көз аясы 5 мм

Дағкалык жыныстар

Могарыда аталган сілтілі габброидтардың габбиссалдық сынақтары порфирлі, кейде диабаздық структуралы болып келеді. Олардың ішінде жиірек тарағаны эссексит - порфир, мончикит - порфир, теғалит - порфирит, ифолит - порфирит және төшенит. Олардың құрамы интрузивтік үйлестеріне сай келеді. Төшенит /Чехословакиядағы Төшен жер атымен/ деп анализімді диабазды айтады /152 - сурет/.

Сілтілі габброидтардың дласхистік түрлеріне /лампрофирлерге/ камptonит, мончикит, альнеит жатады.

Камptonит /Англиядағы Камpton жер атымен/ түсі қара қара сұр, порфирлі жыныс. Фенокристалдар пироксен /титан авгит, баркевикит/ болып келеді. Негізгі массасы негізді плагиоклаздан, баркевикиттен, пироксеннен тұрады /153 - сурет/.

Мончикит /Португалиядағы Серра ди Мончике жотасы бойында/ - қара түсті порфирлі жыныс. Фенокристалдар пироксен /титан-авгит/ баркевикит болып, негізгі массасы шыныдан /анализиммен/, пироксеннен, сілтілі амфиболдан тұрады. Жыныста кейде биотит, оливин, дала шпаты, лейцит рудалық минералдар кездеседі.

Альнеит /Швеция жағалауындағы Альне аралы атымен/ - порфирлі жыныс. Фенокристалдар оливин, биотит, моноклиндік, пироксен болып, негізгі массасы шыны мен меллиттен тұрады.

Эффузивтік жыныстар

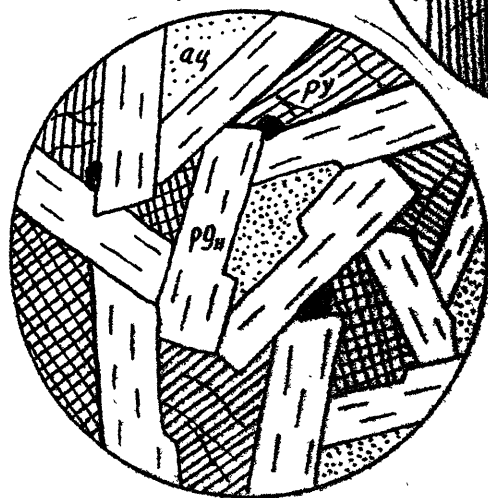
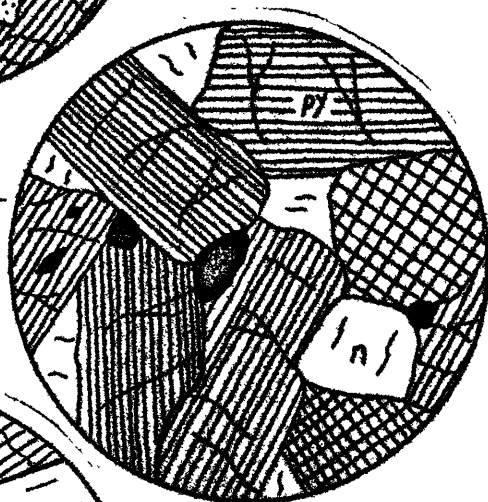
Сілтілі габброидтардың эффузивтік үйлестері сырттай базальттарға ұқсас қара, құр қара сұр түсті порфирлі болып келеді. Олардың ішінде көптеген түрі бөлінеді.

Трахибазальт эффузивтік үйлесі болады. Оның профир бөлігі моноклиндік пироксен, негізгі плагиоклаз болып, негізгі массасы пилотакситтік, трахиттік болып, негізгі



150-сурет. Мельтейгит, структурасы гипидиоморфтық. Көз аясы 5 мм

151-сурет. Якупирангит, структурасы панидиоморфтық. Көз аясы 5 мм



152-сурет. Ташенит, структурасы диабаздық. Көз аясы 2,5 мм

плагноклаздан, калишпаттан, моноклиндік, пироксеннен, шыныдан тұрады. Трахибазальтта кейде сілтілі амфибол, оливин, магнетит кездеседі.

Теофрит /грек.тефра - күл/ - тералиттің :ффузивтік үйлесі. Ондағы фенокристалдар моноклиндік пироксен, нефелин, лейцит болып, негізгі массасы фонолиттік, //54 - сурет/, оцеллярлық //55 - сурет/ болып, негізгі плагноклаз, лейцит нефелин, моноклиндік пироксен, шыныдан тұрады. Жыныста аздап сілтілі амфибол, калишпат, биотит, оливин, рудалық минералдар кездеседі.

Нефелинді базальт - порфир структуралы жыныс. Сенокристалдар нефелин, моноклиндік пироксен болып келеді. Негізгі массасы фонолиттік, негізгі плагноклаз, нефелин, пироксен, шыныдан тұрады.

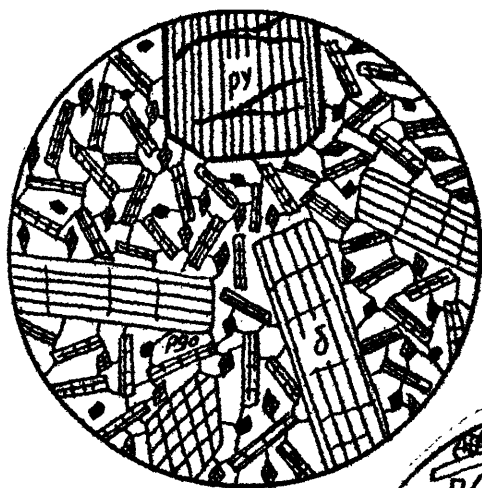
Лейцитті базальтта нефелиннің орнына лейцит бар, негізгі массасы оцеллярлық болады.

Мелилитті базальт - порфирлі жыныс. Сенокристалдар оливин мен моноклиндік пироксен болып, негізгі массасы мелилит, оливин, пироксеннен тұрады.

Нефелинит - уртит пен ийолиттің :ффузивтік үйлесі. Ол негізі нефелиннен тұрады, одан басқа моноклиндік пироксен, оливин бар. Структурасы порфирлі, негізгі массасы фонолиттік келеді. Түсі көбінесе ашық түсті сағылт, сұр, жасылдау келеді.

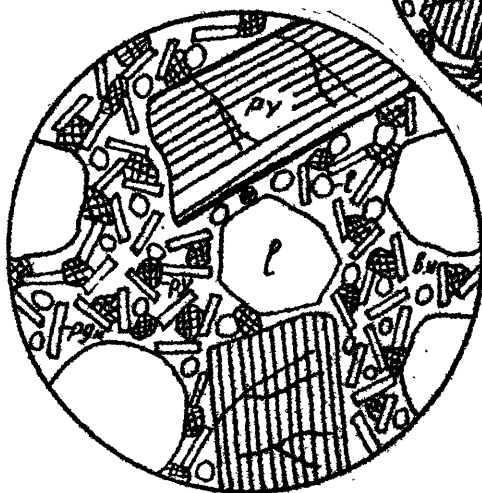
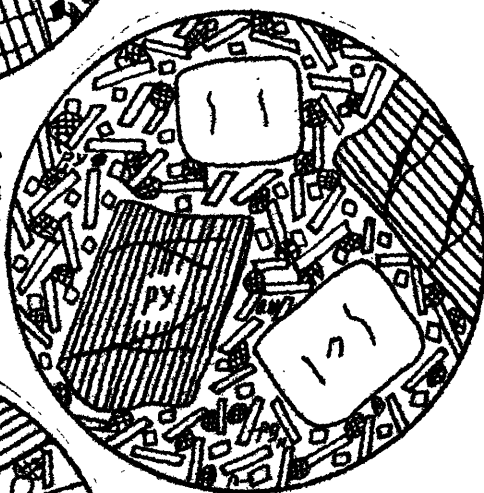
Лейцитит - миссурит пен фергуситтің :ффузивтік үйлесі. Түсі ақшыл сұрдан қара сұрға дейін болады. Құрамы лейцит пен пироксеннен тұрады, кейде оливин де кездеседі. Структурасы порфирлі, оцеллярлы келеді.

Лимбургит /Голландиядағы Лимбург жері атымен/ - құрамы жағынан мельтейгиттің :ффузивтік үйлесі. Түсі қара сұрдан қараға дейін, текстурасы шомбал, структурасы порфирлі. Сенокристалдары оливин, титан-авгит /эгирин-авгит/ болып келеді. Онда кейде қоныр амфибол, биотит кездеседі. Негізгі массасы витрофирлік не плагнопилиттік болады, ол қызыл, сары, қоныр түсті сілтілі шыныдан, оливиннен, авгиттен магнетиттен, апатиттен тұрады. Негізгі массада кейде не-



153-сурет. Камптонит, структурасы лампрофирлік. Көз аясы 2,5 мм

154-сурет. Нефелинді тефрит структурасы порфирлі, арқауы фонолиттік. Көз аясы 2,5 мм



155-сурет. Лейцитті тефрит, структурасы порфирлі, арқауы оцеллярлық. Көз аясы 2,5 мм

фелин, габин, плагиоклаз кездеседі.

Авгитит - құрамы жағынан якупирангиттің эффузивтік үйлесі болады. Структурасы полипорфигілі келеді. Сенокрис-талдар жыныстың 80 % не дейін болып, титан-авгит болып келеді. Негізгі массасы титан-авгит, нефелин, шынылан тү-рады. Лимбургиттен айырмашылығы - мұнда оливин болмайды.

Сілтілі габброидтар негізінен нефелинді жыныстармен бірге кездесіп, солармен күрделі құрылысты сілемдер құрай-ды, кейде жеке кішігірім штоктар, дайкалар болып кездеседі. Мұндай сілемдер Кола түбегінде, Алданда, Тянь-Шанда, Қазақ-станда /Кубасалыр сілемі/ белгілі.

Сілтілі базальтоидтар кішкене тасқын, дайкалар болып кездеседі. Жалпы сілтілі жыныстардың жаратылысына келсек, олар табиғатта негізінен үш топ болып кездеседі. Олар сіл-тілі аса негізділер, габбро-сиениттер және шонкинит - не-фелинді сиениттер кешендері. Бұл кешендердің құрамында ол-ардың эффузивтік үйлестері бар.

Бірінші кешеннің бастапқы магмасы сілтілі аса негізді құрамды болған. Мұндай магмада алдымен жоғары температуралы магний-темір минералдары кристалданып, ошақ түбіне шөгуінен қалдық магма сілтілер мен ұшпа компоненттерге бай келеді. Осындай магмалардан ийолит - мельтейгит қатардағы және олар-дан да сілтілі жыныстар қалыптасады.

Габбро - сиенит кешендерінің қалыптасуы бастапқы сіл-тілі баазальт магмасының дифференциациясының ерекшелігіне байланысты. Ол тереңдегі магма ошағындағы жалпы және су қы-сымына байланысты. Егер су қысымы / P_{H_2} / жоғары болса, онда магмадан магнетит емес оливин кристалланады да, қал-дық магмада кремнезем азаяды. Егер де жалпы қысым да ұл-кен болса, онда оливиннің орнына пироксен кристалланады да қалдық магмада кремнезем оған ары азаяды. Осындай дифферен-цияның салдарынан бастапқы сілтілі баазальт магмасынан сиен-итті, тіпті нефелин-сиенитті магма туады.

Егер магма кристалдануда оттегі қысымы / P_{O_2} / жоға-ры болса, онда алдымен магнетит не гематит бөлінеді де, қалдық магма кремнеземге байыды. Мұндай жағдайда сілтілі

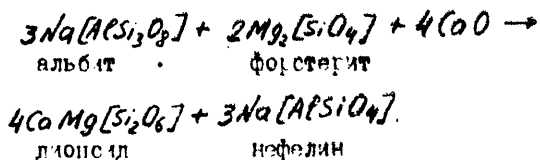
базальт магмасынан кварц-сиенитті не одан да қышқыл магма туады.

Калийлі кешендердің бастапқы магмасы әссексит-шонкинитті құрамды болуы мүмкін. Тереңдік жағдайда жоғары температура мен калийдін көптігінен мұндай магмада алдымен диопсидтік пироксен кристалланады. Осыдан барып магмада кремнезем азаяды. Мұндай магма кристалданғанда фельдшпатоидты жыныстар қалыптасады. Егер мұндай магма жоғары көтеріліп қатаятын болса, онда лейцитті жыныстар пайда болады.

Сілтілі жыныстардың қалыптасуында карбонатты жыныстардың да орын бар. Гранит не габбро магмасы карбонатты жынысты ассимиляциялағанда ол магмада кремнезем азаяды, осыдан барып одан фельдшпатоидты жыныстар қалыптасуы мүмкін. Мұндай процестердің гранит магмасында көп түрде болуы өкіталай. Сөбебі гранит магмасының жылу күші аз да, қоршаған жыныстарды сіңіру қабілеті төмен болады.

Д.С. Боржинскийдің зерттеуіне қарағанда гранит магмасы карбонаттармен әсерлескенде, оның ерітіндісінде негіздер көбейеді. Сондықтан ерітіндідегі күшті негіздер К мен Na магмаға өтеді де, одан кремний ерітіндіге көшеді. Енді ол ерітінді қоршаған жыныстармен реакцияға түсіп скарнды қалыптастырады. Ал сілтілерге қаныққан магмадан сілтілі жыныстар қалыптасады.

Тиллидің /194./ зерттеуінше габбро магмасы карбонат жыныстармен жанасқанда фельдшпатоидты жыныстар пайда болады. Оны былай түсіндіруге болады:



Сілтілі жыныстармен жоғарыда айтылған нефелинді сиениттермен байланысты көп орындағын кездеседі.

СИЛИКАТСЫЗ МАГМАЛЫҚ ЖЫНЫСТАР

Жоғарыда біз тоқталған магмалық жыныстардың бәрі де силикаттардан тұрады. Жер қыртысында силикатсыз да магмалық жыныстар бар. Олар өте сирек кездеседі, бірақ та олардың халық шаруашылық мәні өте зор. Мұндай магматиттерге ферролиттер, сульфидолиттер, апатитолиттер және карбонатиттер жатады. Олар темірдің, никельдің, мыстың, фосфордың, сирек металдардың кені болып саналады. Сондықтан олардың құрылысы, құрамы, жаратылысы кен геологиясында қаралады. Төменде біз оларға өте қысқа тоқталып өтеміз.

Ферролиттер - немесе магмалық темірлі жыныстар. Олар негізінен магнетиттерден тұрады. Тегі жағынан габбродтармен байланысты. Олар негізгі магманың кристалдану процесінің аяққы өңімі болып табылады.

Сульфидолиттер негізінен пирротиннен, пентландиттен, халькопириттен тұрады, қосымша минерал пирит, пироксен, амфибол кездеседі. Олар тегі жағынан нортиттермен байланысты. Сульфидтер балқымасы негізгі магмадан ликвиация жолымен ажырайды.

Апатитолиттер апатиттен тұрады, қосымша минералдар нефелин, сілтілі пироксендер мен амфиболдар. Мұндай жыныстар нефелинді сиениттер, сілтілі габброидтар, карбонатиттермен байланысты. Олар фосфор мен ұшпа компоненттерге бай қалдық магмадан пайда болады.

Карбонатиттер - карбонаттардан тұратын магмалық жыныстар. Түсі ақтан қара сұрға дейін болады. Текстурасы шомбал, жолақ келеді, структурасы біркелкі түрлілінен порфирлігіе дейін болады. Плутониттердің минералдық құрамына қатай бірнеше түрін бөледі. Кальциттен тұратынды севит, доломиттен тұратынды бюроксит, анкериттен тұратынды раухаугит дейді. Оған да басқа сидериттен, бастнезиттен тұратын түрлері де кездеседі. Оларда қосымша минерал ретінде оливин, эгирин-авгит, флогопит, амфибол, микроклин, нефелин кездеседі. Акцессорлық минералдар фторапатит, магнетит, пирит, барит, стронцианит, пироклор, флюорит, топаз, корунд, циркон, рутил, монацит т.б. болып келеді.

МЕТАМОРФИТҢ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ

Метаморфтық тау жыныстары /метаморфиттер/ магмалық және өгінді жыныстардың жылу, қысым және химиялық белсенді компоненттердің әсерінен қатты күйінде қайта кристалдануынан пайда болады. Температура, қысым және химиялық белсенді компоненттер метаморфизмнің факторлары деп аталады. Осы факторлардың әсерін метаморфизм /грек. метаморфо – айналу, өзгеру/ дейді.

Метаморфтық жыныстардың қалыптасуында бастапқы жыныстардың химиялық құрамының маңызы зор. Егер метаморфизмде бастапқы жыныстардың химиялық құрамы елеулі өзгермесе, онда оны изохимиялық метаморфизм дейді. Ал егер олардың химиялық құрамы өзгерсе, онда ол процесті метасоматоз дейді. Метаморфизм туыратын энергияның көзіне қарай, оның космогендік және эндогендік түрлері бар.

Космогендік немесе импактылық /ағыл. импакт – соққы/ метаморфизм метеориттердің Жерге түскендегі соғу әсерімен байланысты. Осындай жағдайда пайда болатын жыныстарды, импактиттер деп атайды /Хрянина, 1987/. Метеориттер әлем кеңістігінде 5–41 км /сек жылдамдықпен қозғалады, ал олардың Жер бетімен соғылысу жылдамдығы 0,1–72 км/сек болады. Соғылысу жылдамдығы 4 км /сек кем болса, онда метеорит пен жер уатылады. Егер соғылысу жылдамдығы 4 км/сек артық болса, онда жарылыс болады. Мұндай жағдайда қысым жүздеген миллион кПа-ға, ал температура мыңдаған градусқа жетіп, тау жыныстары уатылады, балқиды және буланады. Орташа метеорит кратері 99,55% уатылған, 0,4% балқыған жыныстан тұрады, буланған зат 0,05% құрайды. Импактиттерде минералдардың ко-ффи, стишовит, рингвудит, алмас, лонсдейлит сияқты тығыз полиморфтық түрлері кездеседі.

Эндогендік метаморфизм Жердің ішкі энергиясымен байланысты. Мұнан ары біз тек эндогендік метаморфизммен байланысты тау жыныстарына тоқтаймыз.

Метаморфтық жыныстарды зерттегенде негізгі мақсат олардың пайда болған бастапқы жынысын және олардың қандай процес-

те, қалай өзгергенін анықтау болып табылады. Метаморфиттердің бастапқы жынысын анықтау өте қиын мәселе. Себебі метаморфтық процестерде тегі әртүрлі, бірақ химиялық құрамы жақын жыныстар минералдық құрамы бірдей метаморфиттерге айналуы мүмкін. Мұндай құбылысты конвергенция дейді. Мысалға магмалық жыныс гранит пен шөгінді жыныс құмтасты алайық, олар аймақтық метаморфизмде бір жынысқа - гнейбке айналады. Басқа жағдай - метаморфизмнің әртүрлі жағдайында бір жыныстан әртүрлі метаморфиттер пайда болуы мүмкін. Мысалға базальтты алайық, ол жоғарғы сатылы аймақтық метаморфизмде амфиболитке, ал төменгі сатыда - жасыл тақтатаста айналады. Сондықтан метаморфтық жыныстарды зерттеп білу күрделі мәселе болып табылады.

Метаморфтық жыныстарды зерттеу тек қана петрографиялық мәні емес, оның кен орындарын зерттеуде де зір маңызы бар. Себебі алтынның, темірдің, мыстың, вольфрамның, қалайының, уранның, графиттің, корунд, т.б. көптеген кендері метаморфтық жыныстармен байланысты. Көптеген метасоматиттер /скандар, грейзендер, березиттер, т.б./ өздері кен көзі болып табылады.

МЕТАМОРФИЗМ ФАКТОРЛАРЫ

Метаморфизм факторларына температура, қысым және химиялық белсенді заттар жатады.

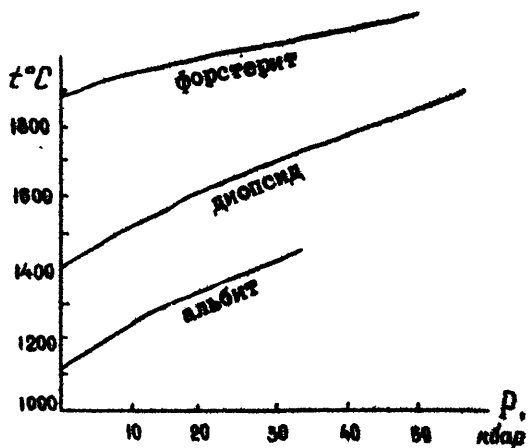
Температура - метаморфизмнің маңызды факторларының бірі. Оның жоғарылауы химиялық реакциялардың жылдамдауын үдетіп, жыныстың қайта кристалдануын күшейтеді. Температура 10° -қа көтерілгенде, химиялық реакция жылдамдығы екі есе, 100° -қа жоғарылағанда 1000 есе өседі. Жылу әсерінен қайта кристалданғанда майда кристалды агрегат ірі кристалдыға айналады, себебі ірі кристалды агрегат ұсақ кристалдыға қарағанда жоғары термодинамикалық жағдайға орнықтырақ келеді. Температура жоғарылауымен суқұрамды минералдардың дегидратациясы байланысты. Көптеген экзогендік минералдар құрамында гидроксид тобы бар. Оған жататындар опал, лептохлориттер, сазды минералдар және т.б. Осы минералдар темпе

ал көне құрылымды Украинада 9° -қа өседі. Осыдан көрініп тұр, геосинклиналдық аймақта 10 км тереңдікте температура 1000° -қа, ал одан төмен болса, температура одан да жоғары болуы мүмкін екені. Әрине мұндай жағдай метаморфизмнің жүруіне өте қолайлы болады.

Н.И.Добрецовт.б. /1970/ деректеріне қарағанда метаморфтық процестер 300° пен 1000° С аралығында болады. 300° -тан төмен болса, онда химиялық реакциялардың өте әлсіреуінен метаморфтық процесс жүрмейді десе де болады. Метаморфтық процестің төменгі температуралық шегі метаморфталатын жыныстың құрамына, химиялық белсенді компоненттердің H_2O, CO_2, HF және т.б./ қатысуына және қысымға байланысты. Мысалға гүанит пен сазтасты алайық, олардың минералдық құрамы әрқалай. Егер температура $500-700^{\circ}$ С болса, онда сазтас өзгеріп роговикке айналады, ал гранит болса, өзгермей қалады. Егер процесте химиялық белсенді компоненттер қатысса, онда метаморфизмнің басталу температурасы төмендейді. Қысымның жоғарылауы да метаморфизмнің басталу температурасын төмендетеді. Мысалға сазтасты алайық. Ол қысым аз болғанда, температура 500° -тан асқанда ғана қайта кристалдана бастайды, ал қысым жоғары болса, онда ол 300° -тан бастап-ақ өзгере бастайды.

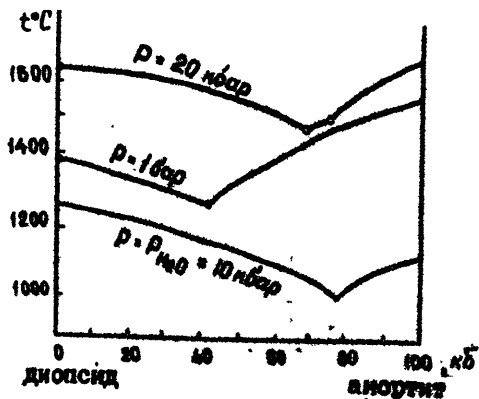
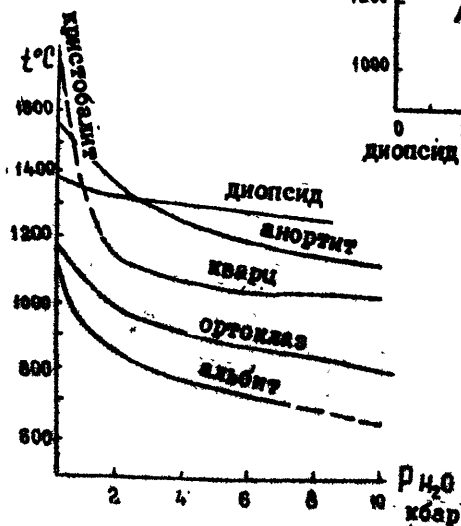
Метаморфизмнің температуралық жоғарғы шегі минерал мен жыныстардың балку температурасымен анықталады. Ол температура жыныстың құрамына, үшпа компоненттердің қатысуына және сыртқы қысымға байланысты.

Эксперимент деректеріне қарағанда негізді құрамды жыныстардың су қатыспағандағы балку температурасы 1050° пен 1300° С аралығында, аса негізді жыныстардікі - $1300-1800^{\circ}$ С, ал қышқыл жыныстардікі - 1000° С-тан төмен болады. Жалпы қысымның жоғарылауы жыныстардың балку температура сын жоғарлатады, яғни метаморфталудың жоғарғы температура лық шегі кетеріледі. Оны Дэвис Инглэнд /1933/, Модер /1935/ диаграммаларынан ~~1956, 1957~~ суреттер/ көруге болады /Маракушев, 1976/.



156-сурет. Минералдардың
балқу температурасы

157-сурет. Базальттың
балқу диаграммасы



158-сурет. Минералдардың
балқу температурасы

Метаморфталу процесінде су қатысатын болса, онда жыныстардың балку температурасы күрт төмендейді. Оны кейбір минералдар мен габбро бойынша жасаған эксперименттерден /Иодер, 1965, 1968/ көруге /157, 158-суреттер/ болады.

Судан басқа ұша компоненттердің CO_2 , HCl , NH_3 , SO_2 , P_2O_5 , HF жыныстардың балку температурасына әсері әрқалай, ол ұша компоненттердің балқығанда ерігіштік қасиеттеріне байланысты. Егер CO_2 -нің меншікті қысымы өссе, онда граниттің балку температурасы /Виллай, Татл, 1964/ да өседі. HCl мен NH_3 -тің балку температурасына әсері де осылай. SO_2 мен P_2O_5 жыныстардың балку температурасына әсері жоқ /159 - сурет/.

HF балқымада H_2O -дан жақсы өриді, сондықтан оның жыныстардың балку температурасына әсері зор. Эксперименттерге - қарағанда 275000 кПа қысымда $P_{H_2O} + P_{ұша}$ /, HF -дың мөлшері 12%-ке жеткенде, граниттің балку температурасы $635^\circ C$ -тан $595^\circ C$ -қа дейін төмендеген. Флюоритті гранит-пегматит $550^\circ C$ балқиды /Джанс, Бурихам, 1958/. H_2O мен ұша компоненттер жыныстың балку температурасымен бірге оның эвитектикасын да өзгертді /157 - сурет/.

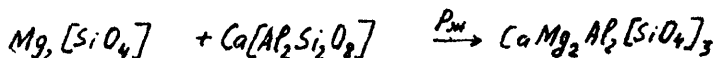
Метаморфтық жыныстардың қалыптасу температурасын сипаттау ыңғайлы болу үшін оларды былай жүйелейді: төмен температура $500-600^\circ C$ -тан төмен, орта температура - $500-600^\circ C$ -тан $650-750^\circ C$ -қа дейін, жоғары температура $650-750^\circ C$ -тан $800-900^\circ C$ -қа дейін, өте жоғары температура $800-900^\circ C$ -тан жоғары.

Қысымның екі түрі бөлінеді: бағытталған және жан-жақты. Бағытталған қысым /стресс/ тектоникалық қозғалыстармен байланысты. Оның күші тектоникалық процестердің қуатына байланысты және оны есептеу қиын. Сондықтан оның күші жыныстардың өзгеру нәтижесі бойынша бағаланады. Тереңдікке қарай стрестің әсері әлсірейді, 10 км-ден тереңде ол жалпы байқалмайды /Тернер, Берхуген/. Оны былай түсіндіруге болады. Тереңдікте стрестің әсерінен қысым азайып, жы-

ныстардың көлемі кішірейеді. Оның салдарынан жыныстар ерітінділерге толыстап, бағытталған қысым гидростатикалық /жан-жақты/ қысымға айналады /Мейсон, 1981/.

Стрестен жыныстар уатылып, жарықтар пайда болады. Бұл жарықтар бойынша ерітінділер тарап, жыныстарға қайта кристалдануға жағдай туады. Стреспен бірге температура да көтерілетін болса, онда қысым бағыты бойынша минералдардың ерігіштігі өсіп, оған перпендикуляр бағытта олар қайта түзеледі. Осыдан барып жыныста тақтатастық текстура қалыптасады. Стрес жыныстарда метаморфтық реакциялардың күшеюіне, текстура мен структураны өзгеруіне әсер еткенімен минералдың өзгеруіне, жана минералдардың пайда болуына қатысты болмайды. Стресс метаморфталатын жыныстарда минералдардың қайта орналасуын туғызып, метаморфтық дифференциация жасайды.

Жан-жақты /гидростатикалық немесе литостатикалық/ қысым үстінде жатқан қабаттардың салмағына байланысты. Есептеуге қарағанда ондай қысым 1 км тереңдікте 27000 кПа өседі. Тұрақты температурада гидростатикалық қысымның өсуі структурасы тығыз минералдың пайда болуын тудырады. Мысалы:



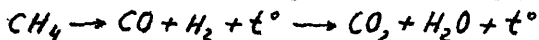
форстерит /м.к.43,5/ анортит /м.к.101,1/ гранат /м.к.121/
Муковит /м.к.138,6/ → силлиманит /м.к.50/

Метаморфтық жыныстардың минералдық құрамы мен эксперименттік жұмыстарға қарағанда метаморфизм кезінде гидростатикалық қысым 2000000 - 2500000 кПа-ға дейін жетуі мүмкін. Мұндай жоғары қысым үстіндегі қабаттардың салмағымен бірге тектоникалық қозғалыстардың және ұшпа компоненттердің әсерінен туады. Сондықтан метаморфизм кезінде әртүрлі қысымдарды есепке алу өте қиын болады. Қысымды оның күшіне және одан туатын жыныстардың ерекшелігіне қарай үшке бөлуге болады: 1/ төмен қысым - 300-400 мың кПа-дан аз, 2/ орташа қысым 300-400 мың кПа-дан 1-1,2млн. кПа-ға дейін, 3/ жоғары қысым - 1,0 - 1,2 млн кПа-дан көп.

Химиялық белсенді компоненттерге $H_2O, H_2CO_3, H, N, Cl, F, S, Br, K$
және басқа элементтердің әртүрлі қосындылары жатады. Бұл-
ардың метаморфтық процестердегі орны өте зор. Температура-
ра мен қысым үлкен болып, ерітінділер қатыспаса, онда мета-
морфизм жүрмейді, жүрсе де өте баяу болады. Химиялық белсен-
ді компоненттер метаморфталатын жыныстардың қуыстарында,
түйір аралықтарында ерітінді және газ ретінде кездеседі.
Оларды қуыстық ерітінділер деп атайды. В.С.Соболевтің
/1970/ деректеріне қарағанда қуыстық ерітіндінің құрамы мы-
нандай: $H_2O - 84.4$; $CO_2 - 10.1$; $H_2S - 1.9$; $HF - 1.8$; $HCl - 1.4$, $N_2 - 0.4\%$.

Н.Г.Судовиковтың ойынша метаморфизм кезінде химиялық бел-
сенді компоненттердің негізгі көзі осы қуыстық ерітінділер
болып саналады. /Елисеев, 1959/.

Химиялық белсенді компоненттердің басқа бір көзі -
ол магмалардың кристалдануынан бөлініп шыққан ерітінділер.
Бұл ерітінділердің әсері шенеулі жерге ғана тарайды. Сон -
дықтан олардың метаморфизм процесінде орны үлкен болмайды.
Д.С.Доржинскийдің ойы бойынша метаморфизм процесінде бас-
ты орынды мантиядан шығатын "трансмагмалық" ерітінділер
алады. Оларды Ю.А.Кузнецов интрателлурлық ерітінділер деп
атайды. Мұндай ерітінділердің көзі тереңдегі Жер затының
жіктелуі боп саналады. Оған себеп болатын геотектоникалық
зоналардың Жердің терең қабаттарына енуі. Бастапқыда флюид-
тер тотықсыз болады. Олар жоғары көтеріле тотықтанып, маг-
матизм процестеріне қажетті энергия бөліп шығарады:



Флюидтердің құрамы күрделі келеді. Ол Жер қыртысының
даму сатысына байланысты. Геосинклинальдық сатыда флюидтер
натрийлі болады. Соған байланысты осы сатыда қалыптасатын
метаморфтық жыныстар бастапқы негізгі магматиттерге қара-
ғанда натрийге бай, жасыл, көкшіл, тақтатастар, амфиболит-
тер болып келеді. Орогендік сатыда флюидтер калийге бай бо-
лады. Соған орай бұл сатыда гранит-гнейс кешендері қалыпта-
сады. Осылай мантиядан, магмадан не метаморфталған жыныстан
шыққан ерітінділер төменнен жоғары көтеріліп, өзімен бірге

жылу мен басқа элементтерді тасымалдап, минерал мен жыныстардың қайта кристалдануына бөлсеңді қатысады.

Метаморфтық процестерде жер беті суы да қатысуы нәтижелі. Ол жарықтар арқылы тереңге жетсе, химиялық бөлсенді болады. Мұхит сулары да субдукция зоналары бойынша тереңге түсіп, метаморфтық процестерге қатысуы мүмкін /Унксов, 1981/.

МЕТАМОРФИЗМ ТҮРЛЕРІ.

Жылу, қысым және химиялық компоненттердің қатысуына және геологиялық жағдайға қарай метаморфизмнің бірнеше түрі бөлінеді. Осы заманда метаморфтық процестердің бірыңғай жүйесі жоқ /Заварицкий 1959; Заридзе, 1980/. Төменде біз оларды мына түрлерге бөліп қараймыз: /катаклиздық метаморфизм 2/ жапсар-термалық метаморфизм, 3/ аймақтық /динамотермалық /метаморфизм/ 4/метасоматоз.

катаклиздық /грек. катаклиз – қирату/ метаморфизм.

Оны динамометаморфизм немесе дислокациялық метаморфизм деп те атайды. Бұл метаморфизм Жер қыртысындағы тау жыныстарының қатпарлану қозғалысы мен тектоникалық жарылу процестерімен байланысты. Катаклиздық метаморфизм тектоникалық жарылыстар бойында шенеулі ғана орын алады. Дислокация процесінде температура мен жалпы қысым мағдымсыз болса, онда катаклиз үлкен аймақты қамтуы да мүмкін. Катаклиз кезінде температуралық фактор қатыспаса жана минерал пайда болмайды, тек қана жыныстар уатылып үгіледі. Егер стресс минералдардың беріктігінен аспаса, онда кварц, кальцит сияқты минералдарда екі осьтілік, құбыла сөну пайда болады. Егер стресс жыныс беріктігінен асып кететін болса, онда алдымен сұғу егіздіктері мен жарықшалар пайда болып, жыныс уатыла бастайды. Стресс аса қуатты болған кезде, жыныстар түгел уатылып, үгілдіге айналады. Минерал түйірлерінің бір-бірімен үйкелуінен ике және басқа себептермен температура көтерілетін болса, онда катаклизданған жыныстарда төменгі температуралы серицит, хлорит, талық сияқты минералдар пайда болады.

Катаклаздың қуатына қарай мынандай жыныстар қалыптасады: тектоникалық брекчиялар, катаклазиттер, порфиroidтар, порфиритоидтар, миллиониттер және т.б.

Жапсар-термалық метаморфизм. Бұл метаморфизм интрузиямен жапсарлас жыныстарда магмадан шыққан жылумен әсерінен болады. Мұнда басты фактор температура. Процесс төмен қысым жағдайында жүреді. Флюидтер H_2O , CO_2 , O_2 қатысқанымен интрузиямен жапсарлас жыныс арасында химиялық компоненттер алмасуы болмайды, сондықтан бұл процесс изохимиялық метаморфизмге жатады. Алып жатқан көлемі бойынша ол шенеулі орын алады. Жапсар-термалық метаморфизм негізді интрузивтер жапсарына тән, себебі олардың температурасын жоғары және ерітінділерге кедей келеді. Негізді магманың температурасы $1000-1300^{\circ}C$ болғанда, қышқыл магмаікі $700-800^{\circ}C$ болады. В.С.Соболевтің деректеріне қарағанда жапсар-термалық метаморфизм негізінен $550-900^{\circ}C$ аралығында болады. Интрузиядан қашықтаған бағытта жапсарлас жыныстарда жоғары температура-лы минералдар төменгі температуралы минералдар парагенезисіне ауысады.

Жапсар-термалық метаморфизмнің дәрежесі магманың температурасына, оның көлеміне және қоршаған жыныстардың құрамына, структурасына, текстурасына, жатыс жағдайына байланысты. Жапсар-термалық өзгеру жиегінің қалыңдығы үлкен болмайды, ондаған кейде ғана жүздеген метрге жетеді. Осы метаморфизм жеке түрінде сирек кездеседі, көбінесе оған метасоматоз жалғасып, оның өнімдерін бүркемелемейді. Жапсар-термалық метаморфизмде мынадай жыныстар қалыптасады: роговиктер, тандакты және түйінді тақтатастар, кварциттер, мраморлар.

Аймақтық метаморфизм. Бұл метаморфизм үлкен аймақтарды қамтиды, негізінен қозғалмалы белдеулермен /геосинклинальдармен/ байланысты. Оның негізгі факторлары қысым мен температура, сондықтан ол динамотермалық метаморфизм деп те аталады. Аймақтық метаморфизмде су мен көмір қышқылының маңызы ете зор, олар химиялық реакциялардың жүруін үдетеді. Бұл метаморфизмде метасоматоз да орын алады, бірақ ол метаморфталу зонасынан шықпайды. Сондықтан аймақтық метаморфизм-

ді изохимиялық түрге жатқызуға болады. Кейінгі зерттеулерге қарағанда мұндай метаморфизм кезінде кейбір компоненттердің, негізінен сілтілер мөлшерінің, өзгеретіні белгілі болып отыр. Оған себеп тереңдік флюидтердің сілтілі болуы. Сондықтан аймақтық метаморфизмді аллохимиялық процеске жатқызған жөн болады. Аймақтық метаморфизмде тақтатастар, гнейстер, амфиболиттер, гранулиттер, т.б. қалыптасады.

Метасоматоз— Термалық ерітінділер әсерімен бір компоненттердің әкелініп, екінші компоненттердің әкетілінуінен тау жынысының химиялық, минералдық құрамының өзгеру процесін метасоматоз дейді. Метасоматоз процесінде жыныстардың көлемі елеулі өзгермейді және олар қатты күйінде қалады. Себебі минералдардың еруі мен қайта түзілуі қатар жүреді. Метасоматоздың басты факторы ол ерітінді күйіндегі химиялы белсенді компоненттер. Метасоматоз процесінде қалыптасқан жыныстарды метасоматиттер деп атайды. Оларға жататындар: скарндар, грейзендер, пропилиттер, березиттер, туынды кварциттер, серпентиниттер, листвениттер.

МЕТАМОРФТЫҚ ЖЫНЫСТАРДЫҢ МИНЕРАЛДЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Метаморфтық жыныстардың құрамында әртүрлі силикаттар кездеседі. Оларды жаратылысына қарай бірнеше топтарға бөлуге болады.

1/ Магмалық және метаморфтық жыныстарда жиі кездесетін минералдар; оларға дала шпаттары, кварц, пироксендер, амфиболдар, слюдалар жатады. Бұл минералдар әртүрлі метаморфтық жыныстарда кездеседі, көбінесе орта және жоғары термодинамикалық жағдайға тән /14, 15, 16-кестелер/.

2/ Магмалық жыныстарда туынды минералдар ретінде кездесетін метаморфтық минералдар; оларға актинолит, тремолит, серицит, хлорит, эпидот, цоизит, серпентин, тальк, скаполит жатады. Бұл минералдар төмен температуралық метаморфизм жыныстарына тән.

3/ Шегінді және метаморфтық жыныстарда кездесетін минералдар; оларға кальцит, доломит, магнезит, сидерит және

кейбір сульфаттар жатады.

4/ Типоморфтық метаморфтық минералдар; оларға кианит /дистен/, андалузит, силлиманит, ставролит, кордиерит, гранат, глаукофан, жадеит, омрацит, форстерит, лавсонит, муллит, спуррит, ларнит, монтшеллит, мервинит және т.б. жатады. Олар ерекше жағдайда пайда болып, белгілі бір жыныстарға ғана кездеседі /14,15-16 - кестелер/.

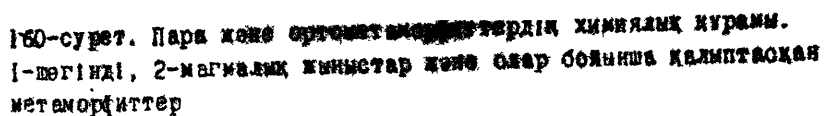
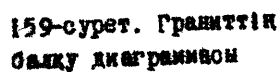
Метаморфтық жыныстар магмалық шөгінді жыныстардай $SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, H_2O, CO_2$ және басқа элементтерден тұрады. Метаморфтық жыныстардың химиялық құрамын зерттеу маңызды орын алады. Біріншіден, метаморфтық жыныстың химиялық құрамы арқылы оның бастапқы жынысын анықтауға болады, екіншіден, ол арқылы метаморфизм кезіндегі элементтер миграциясын білуге болады.

Изохимиялық метаморфизм жыныстарының химиялық құрамы бойынша бастапқы жынысты болжап білуге болады. Сондықтан изохимиялық метаморфизм жыныстарының химиялық құрамы бойынша жіктеу үшін барлық бастапқы магмалық, шөгінді жыныстар мынандай топтарға бөлінеді /Н.Л.Добрецов т.б. 1970/: 1/ метабазиттер – бұлар химиялық құрамы жағынан гранитоидтарға жақын магмалық және шөгінді жыныстар; оларға саздар, аркоз құрамды кесекті жыныстар, қышқыл және дейократты орта магмалық жыныстар мен олардың туфтары;

2/ метабазиттер – бұлар құрамы жағынан базальтоидтарға жақын магмалық және шөгінді жыныстар; оларға граувактар, мергельдер, негізді және меланократты орта магмалық жыныстар мен олардың туфтары; 3/ карбонатты жыныстар – актастар, доломиттер.

3/ сирек жыныстар – ультрабазиттер, аллиттер, ферролиттер, манганолиттер, фосфериттер, силициттер, эвапориттер, каоустобиолиттер.

Метаморфтық жыныстың шөгінді төгі анықталғанда, оның атына "пара" сөзі қосылады. Мысалы, параамфиболит, парagneйс, т.б. Егер бастапқы жыныс магмалық болса, онда метаморфиттің атына "орта" сөзі қосылады. Мысалы, ортоамфиболит, ортогнейс, т.б.



Метасоматоздық жыныстар бастапқы жыныстардан химиялық құрамы бойынша өте бөлек және әртүрлі болып келеді. Метасоматиттердің химиялық құрамын зерттей, олардың қалыптасу жолында химиялық элементтердің миграциясын білуге болады. Ол үшін бастапқы жыныс пен одан пайда болған метасоматиттің химиялық құрамын салыстыру керек.

Метаморфтық процестердің химизмін зерттеу үшін көптеген петрохимиялық әдістер жасалған. Төменде солардың кейбіреулеріне ғана тоқталамыз.

Метаморфтық жыныстың бастапқысын табу үшін қолданылатын ең оңай әдістің бірі - ол А.Д.Ракчеев диаграммасы /Маркушев, т.б. 1980/. Ол диаграмма $\frac{Al_2O_3}{160} - \text{сурет} / SiO_2 \text{ мен } Na_2O + K_2O + CaO + MgO + FeO \text{ массалық мөлшері} / \% /$ бойынша магмалық /ортометаморфит/ және шөгінді /параметаморфит/ жыныстардан пайда болған метаморфиттерді ажыратуға болады.

Амфиболиттердің бастапқы жынысын ажыратуда Д.Шоу мен А.Кудонның формуласы бойынша есептеу жақсы нәтиже береді:

$$X = 7.07 \lg TiO_2 + 1.91 \lg Al_2O_3 + 3.29 \lg Fe_2O_3 + 8.4 \lg FeO + 2.97 \lg MnO + 4.81 \lg MgO + 7.8 \lg CaO + 3.92 \lg P_2O_5 + 0.15 \lg CO_2 - 15.08;$$

егер $X > 0$ болса, онда жыныс ортоамфиболит, егер $X < 0$, онда жыныс параамфиболит болады.

Метаморфтық жыныстардың бастапқы табиғатын анықтау үшін кең қолданылатын әдістердің бірі П.Ниггли /Четвериков, 1956/ әдісі болып табылады. Бұл әдіс бойынша алдыменен оксидтердің массалық мөлшерін молекулалық сандарға айналдырады. Ол үшін әр оксидтің массалық мөлшерін оның молекулалық массасына бөледі. Есепті бүтін санмен жүргізу үшін шыққан санды 1000-ға көбейтеді. Мұндай есепке уақыт жібермеу үшін әр оксидтің молекулалық санын табу үшін оқулық анықтамаларында берілетін арнайы кестелерді /Четвериков, 1956; Ефремова 1985/ пайдалануға болады. Ары қарай молекулалық сандар былайша топталады: $Al = Al_2O_3$; $Fe = 2Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO$; $C = CaO$; $ALK = Na_2O + K_2O$. Топтардың жалпы қосындысы анықталып: $\Sigma = Al + Fe + C + ALK$, әр топ 100%-ке келтіріледі: $al = \frac{Al}{\Sigma} 100$; $f = \frac{Fe}{\Sigma} 100$; $c = \frac{C}{\Sigma} 100$; $alk = \frac{ALK}{\Sigma} 100$; $al + f + c + alk = 100$.

Осылай анықталған сандарды Ниггли сандары деп атайды. Қосымша c/fm анықталады. Осы әдіспен есептеуге мысал І2-кестеде берілген.

№8 Амфиболит

І2-кесте

оксидтер	массалық мөлшері, %	молекула- лық саны	Топтар	Ниггли сандары
SiO_2	49.05	817		
Al_2O_3	15.70	154	$Al = 154$	$al = \frac{154 \cdot 100}{394} = 22$
Fe_2O_3	5.38	68	$Fm = 314$	$fm = \frac{314 \cdot 100}{394} = 45$
FeO	6.37	89		
MnO	0.31	4		
MgO	6.17	158		
				$c = \frac{160 \cdot 100}{394} = 23$
				$alk = \frac{66 \cdot 100}{694} = 10$
				$\Sigma = 100$
CaO	8.95	160	$C = 160$	
Na_2O	3.11	50	$ACK = \frac{66}{\Sigma = 694}$	$c/fm = 23:45 = 0,51$
K_2O	1.52	10		

Жоғарыда көрсетілген сандарды графикада былай көрсете - ді. Ол үшін тең қабырғалы тетраэдрді алады. Көлемдік про- екциядан жазықтық проекцияға көшу үшін тетраэдрдің $al-alk$ қыры бойымен $c-fm$ қырындағы белгілі нүктелер арқылы дазық- тықтар жүргізіледі. Бұл жазықтықтар c мен fm сандарының белгілі бір қатынастарына сәйкес келеді. Осылай үшбұрышты

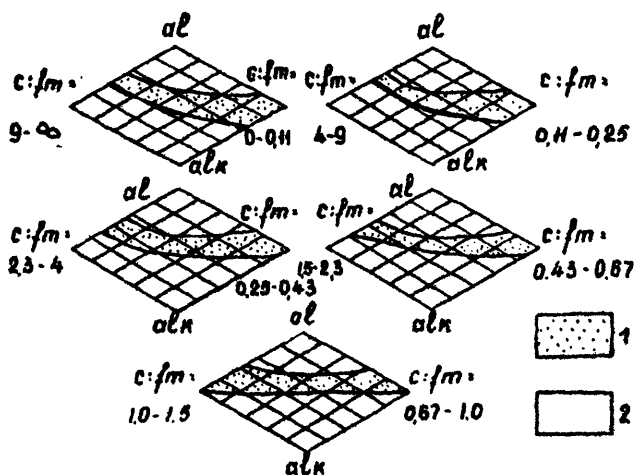
жазықтық жасалады, олар екіден біріктіріліп, бес ромбыға келтіріледі. Осы ромбыларға жоғарыда табылған сандарды көрсету үшін $c:fm$ қатынасы бойынша керекті үшбұрыш алынып, оған a', a'' және $\sqrt{c:fm}$ бойынша нүкте түсіріледі. Осы нүктенің ромбылардағы орны бойынша бастапқы жыныс магмалық па, әлде шөгінді ме екені анықталады. Бұл ромбыларда магмалық және шөгінді жыныстардың таралу әдістері көрсетілген /161- сурет/.

Орта-және параметаморфиттерді ажыратуда қолданылатын петрохимиялық әдістердің бірі ол А.А.Предовский әдісі. Бұл әдістің жоғарыда көрсетілген әдістен бір артықшылығы бұл әдісті қолданып көп жағдайда метаморфиттің бастапқы жынысын нақтылы анықтауға болады /Предовский, 1980/.

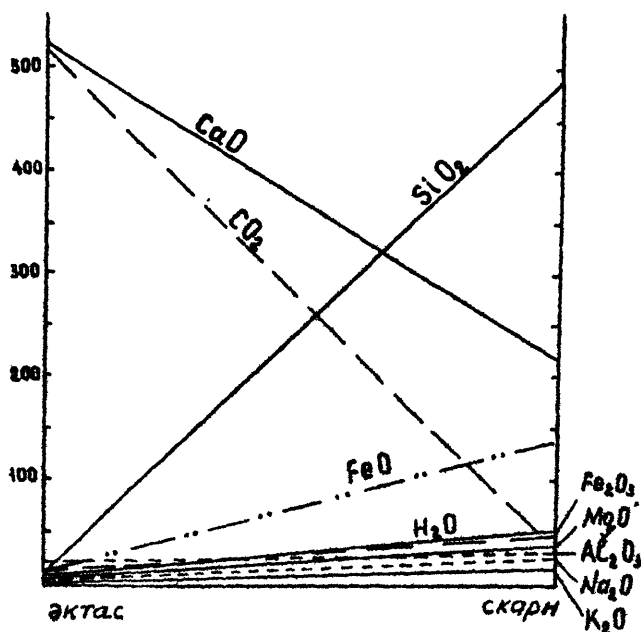
Петрохимиялық әдістер метасоматиттерді зерттегенде, олардың қалыптасуында химиялық элементтердің миграциясын анықтауға кеңінен пайдаланылады. Мұндайда қолданылатын өң қарапайым әдіс – ол бастапқы жыныстың және одан пайда болған метасоматиттің химиялық құрамдарын салыстыру. Бұлайша есептеудің қамшылығы – ол әртүрлі элементтің массалық мөлшерінің бір-біріне салыстыруға келмейтіндігі. Сондықтан мұндай есептеулер молекулалық не атомдық мөлшерде жүргізілуі керек.

Метасоматоз процесінде химиялық элементтердің тасмалдануын анықтауда жыныстардың көлемін ескеретін әдістің бірі – ол Т.Бартың оттегі әдісі. Бұл әдістің теориялық негізі мынада:

1/ тау жыныстарын құрайтын силикаттардың құрылысында оттегі ионы $1/0=1,36$ / басым орын алады; 2/ метасоматоз процесінде жыныстардың көлемі елеулі өзгермейді; 3/ оттегінің иондарының саны белгілі көлемде тұрақты болады. Осыдан әртүрлі элементтер иондарының саны оттегі иондарының белгілі саны бойынша анықталады. Оттегінің мұндай саны ретінде 100 катионға оның орташа 160 ионы алынады. Осы мына есептен көруге болады. Оттегі көп кварцитті алайық, онда формулаға SiO_2 / қарай 80 катионға оттегінің 160 ионы келеді. Ал оттегі аз оливинді қарайық Mg_2SiO_4 / онда 160 оттегі ионы –



161-сурет. П.Ниггли бойынша петрохимиялық диаграммалар. 1-магмалық жыныстар өрісі, 2-метінді жыныстар өрісі



162-сурет. Тау жынысы құрамының метасоматоздан өзгеру диаграммасы

Т.Барт әдісі бойынша есептеу

оксидтер	массалық мөлшері, %		катиондардың атом саны		кө- бейт- кіш		оттегінің атом саны		катиондардың стандарт көлем- дегі саны		катиондардың тасымалдану сипаты	
	эк- тас	скарн	тас	скарн	эк- тас	скарн	эк- тас	скарн	эк- тас	скарн		
SiO_2	1,2	47,0	20	783	2	40	1566	11	483			+472
Al_2O_3	1,2	2,85	24	46	1,5	35	69	13	28			+15
Fe_2O_3	0,42	5,88	5	74	1,5	8	111	3	46			+43
FeO	0,58	16,77	8	229	1	8	229	4	141			+137
MgO	0,45	2,30	11	57	1	11	57	6	35			+29
CaO	54,11	20,0	966	357	1	966	357	516	220			-296
Na_2O	-	1,20	-	39	0,5	-	19	-	24			+ 24
K_2O	-	1,10	-	23	0,5	-	11	-	14			+14
H_2O	-	0,7	2	78	1	-	39	-	48			+48
CO_2	42,35	2,94	933	67	2	1926	134	514	41			-473
СӨМЗСН	100,29	99,94										

Көбейткішті анықтау - 1600:2995=0,534; 1600:2592=0,67

на 100 катион келеді. Қалған жыныс құрайтын силикаттарда 100 катионға 160 оттегі ионы шамалас келеді. Осыдан стандарт көлем ретінде оттегінің 160 ионын алуға болады. Есептеуді бүтін санға жүргізу үшін 160-тың орнына 1600 алған ыңғайлы.

Т.Барт әдісі бойынша есептеу мына ретте жүргізіледі:

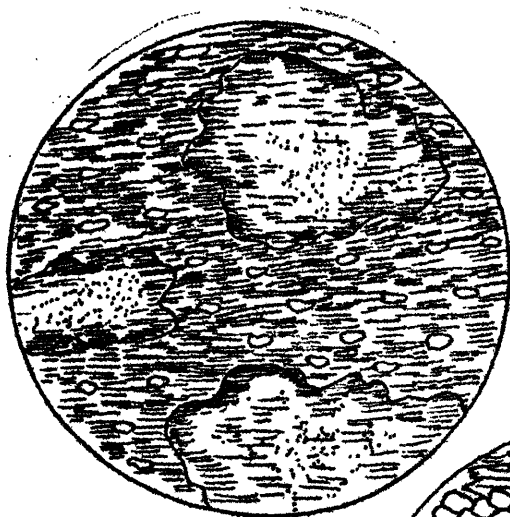
- 1/ катиондардың массалық мөлшері атом санға айналдырылады /кесте бойынша/;
- 2/ оттегінің атом мөлшері анықталады; ол үшін катионның атом саны оттегінің оксидтегі санына көбейтіледі;
- 3/ барлық оксидтердегі оттегі атомдарының қосындысы анықталады;
- 4/ 1600-ді оттегінің барлық атомдарының санына бөліп, одан шыққан санды /көбейткішті/ әр катионның атом санына көбейтеді, бұл шыққан сан катиондардың стандарт көлемдегі мөлшері болып табылады.

. Егер осылайша бастапқы жыныстың және одан пайда болған метасоматиттің атомдық құрамын анықтап, оларды салыстырсақ, онда метасоматоз процесінде ерітіндімен қай элементтің қанша өкелініп +/-, қай элементтің қанша экотілгенін /- / білеміз /ІЗ-кесте/. Осы әдіспен есептеудің нәтижесін көрсеткіш көрсету үшін төмендегідей диаграмма /162-сурет/ жасау керек. Бұл диаграммада химиялық элементтердің тасымалдану сипаты анық байқалады.

МЕТАМОРФТЫҚ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ТЕКСТУРАСЫ

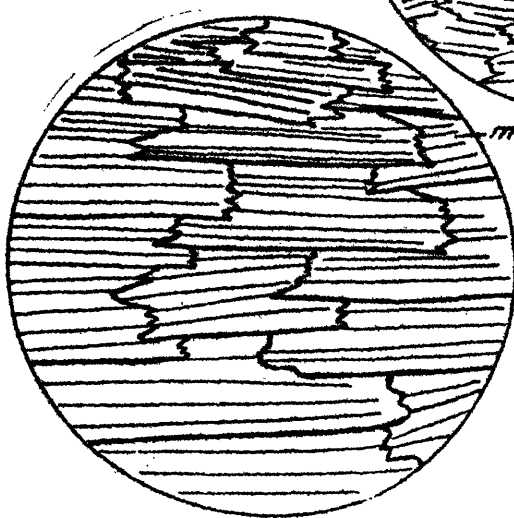
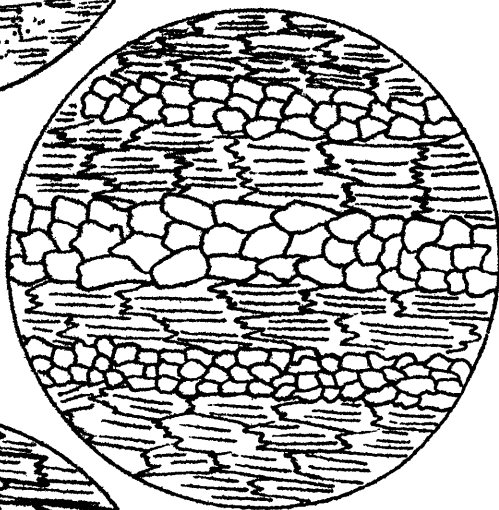
Метаморфтық жыныстардың текстуралық ерекшеліктері олардың минералдық құрамымен бірге қайта кристалдану процесінің жағдайын түсінуге мүмкіндік береді. Олардың текстураларының ішінен мына түрлерін бөлуге болады: шомбал, таңдақты, жолақты, тақтатасты және будиналды.

Шомбал текстурада жыныстың барлық бөлігі біркелкілі келеді. Сондықтан мұндай жыныстардың физика-механикалық қасиеттері барлық бағытта бірдей болады. Шомбал текстура жапсар-термалық жыныстарға, метасоматиттерге, төменгі сатылық катаклазиттерге тән. Бұл текстура аймақтық метаморфизм



163-сурет.
Тандақты текстура.
Көз аясы 8 мм

164-сурет. Жолақты
текстура. Көз аясы 5 мм



165-сурет. Параллель-
тақтатастық текстура.
Көз аясы 5 мм

нің жоғарғы сатысында да қалыптасады. Себебі Жер қыртысына терең қабаттарында метаморфизм болғанда, онда басты орныды жан-жақты қысым алады.

Таңдақты текстуролада кейбір минералдар жыныста оқпау-ланып /63 - сурет/ орналасады. Бұл текстура төмен температу-ралы жапсар-термалық метаморфизмге тән, себебі мұндай жағдай-да кейбір минералдар /андалузит, кордиерит/ жинақталып крис-талданады. Таңдақты текстура метасоматиттерде де кездеседі. Метасоматоз процесінде химиялық компоненттердің әрқилы таралуына байланысты, жыныстарда дақ тәрізді минерал агре-гаттары пайда болады.

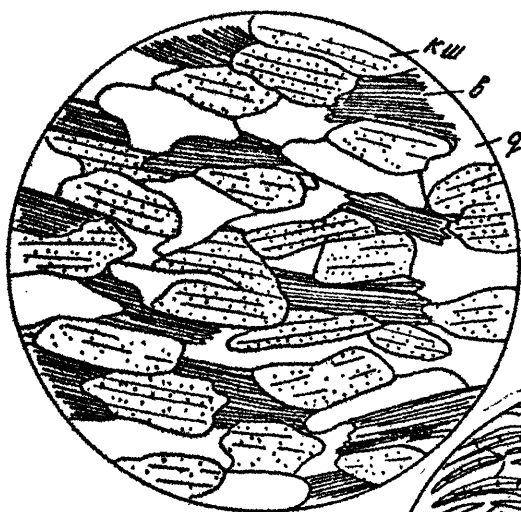
Жолақты текстуролада әртүрлі құра^мды не құрылысты жолақ-тар /64 - сурет/ жыныста жол-жол боп алмасып келеді. Мұн-дай жолақтар бастапқы шөгінді жыныстың қабаттық құрылысы-ның қалдығы болуы мүмкін, немесе метаморфтық дифференци-ациядан пайда болады. Жолақты текстура кейде магманың иньек-циясынан не гидротермалық өрітінділердің қоршаған жыныстар-дың қабаттағы мен тақтатастығы бойымен әрекет жасауынан да туады. Жалпы бұл текстура аймақтық метаморфизм мен метасом-тоз жыныстарына тән.

Тақтатастық текстура аймақтық және катаклаздық мета-морфизмдер жыныстарына тән, себебі мұнда басты факторлар-дың бірі бағытты қысым болып табылады. Тақтатастық тексту-раның мынадай түрлері бөлінеді, а/ параллель-тақтатастық; б/ гнейстік; в/ толқын-тақтатастық; г/ тура-тақтатастық; д/ кезілдірік тәрізді; ә/ линза тәрізді.

а/ Параллель - тақтатастық текстуролада жынысты құрай-тын жапырақша және қабыршақ минералдар бір-біріне параллель орналасады /65 - сурет/. Бұл текстура слюдалы тақтатаста^рға тән.

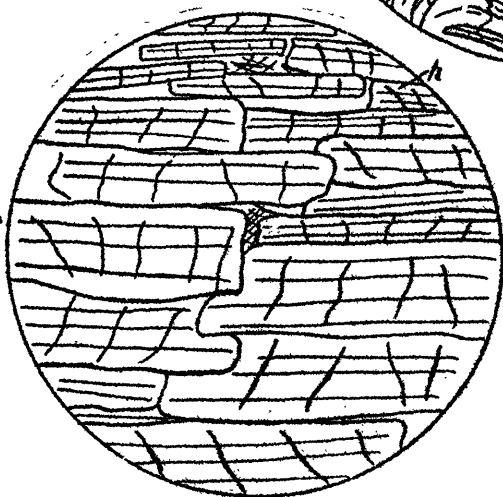
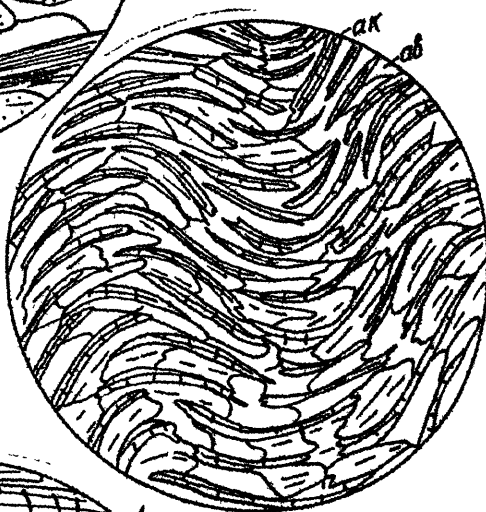
б/ Гнейстік текстуролада жынысты құрайтын тақта және жапырақ пішінді минералдар бір-біріне параллель орналаса-ды /66 - сурет/. Бұл текстура гнейстерге тән.

в/ Толқын-тақтатастық /бұрыс/ текстураның түрі тол-қынға ұқсас келеді /67 - сурет/. Мұндай текстура катты



166-сурет.
Гнейстік текстура.
Көз аясы 5 мм

167-сурет. Толқын-тақта-
тастық текстура.
Көз аясы 4 мм



168-сурет. Тура-тактатастық
текстура. Көз аясы 4 мм

кысылган төмөнгі температуралы тактатастарга тән.

г/ Тура – тактатастык текстура¹⁶⁸ жыныс бір-біріне параллель ұзын призма тәрізді, ине тәрізді минералдардан тұрады //168 – сурет/.

Мұндай текстура актинолитті, тремолитті, силлиманитті тактатастарга тән.

д/ Көзілдірік тәрізді текстура¹⁶⁹ жыныста тактатастық оңтала кварцитін, дала шпаттарының, гранаттың, тағы басқа минералдардың көзілдірік тәрізді ірі агрегаттары кездеседі //169 – сурет/. Бұл текстура гнейс пен тактатастарда кездеседі,.

е/ Линза тәрізді текстурада кейбір минералдардың ірі агрегаттары линзаға ұқсас келеді //170 – сурет/. Бұл текстура тактатас пен гнейстерде кездеседі.

ж/ Свилыді текстура көзілдірік және линза тәрізді сияқты, тек мұнда жыныстың арқауын құрайтын жапырақша минералдар /биотит, муск. вит/ ірі агрегаттарды көз қиығына ұқсай оңала қоршай ормиласады //170 – сурет/. Мұндай текстура гнейстермен тактатастарда кездеседі.

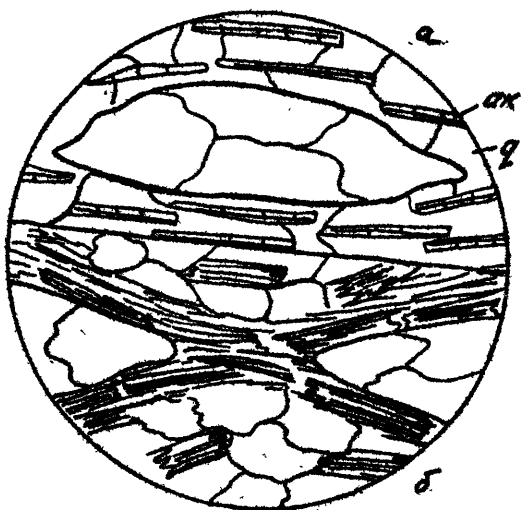
з/ Будинаж /фр. боудин – білік, колбаса/ текстурасы. Мұндай текстура созылмалы қабаттар арасындағы мортылдақ пластың жарылып, будиналарға, яғни блоктарға, ажырауын көрсетеді. Будинаж текстурасының даму сатысына және жыныстың морттылығына қарай бірнеше түрі бөлінеді //171 – сурет/. Эмбриондық будинажда мортылдақ пласт жарылғанымен, оның будиналары бір-бірімен мойын арқылы жалғасып жатады. Блоктық будинажда будиналар жеке-жеке блок болып келеді. Қалыпты будинажда будиналар бір-бірінен алыстап, бөшке пішінді болып келеді. Линзалық будинажда будиналар бір-бірінен одан әрі қашықтап линза пішінді болып келеді.

МЕГАМОРФТЫҚ ЖЫНЫСТАРДЫҢ СТРУКТУРАСЫ

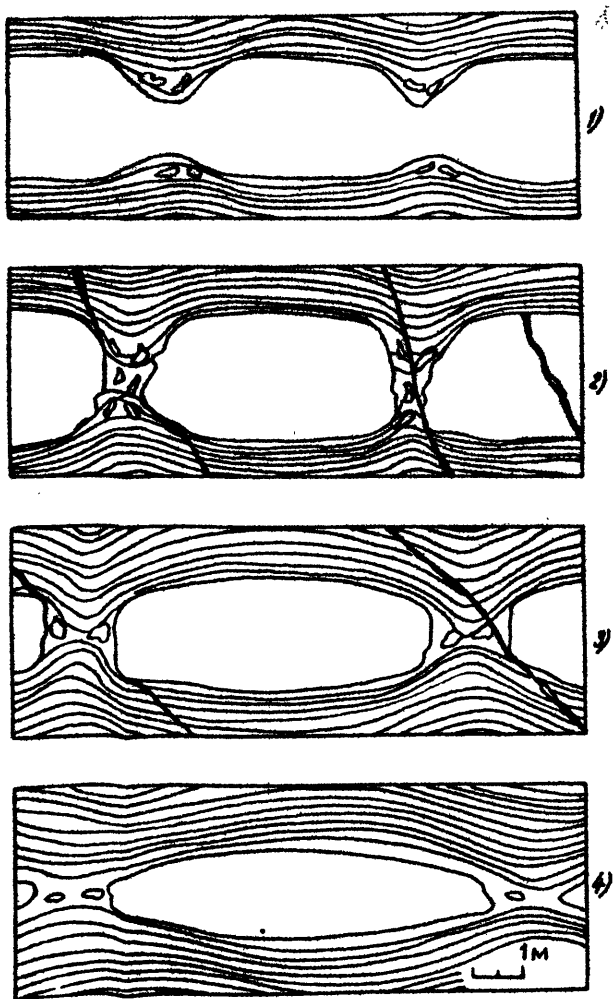
Метаморфтық жыныстардың структуралары магмалық және шөгінді жыныстармен салыстырғанда басқа ерекшеліктерге негізделген. Метаморфтық жыныстардың бір ерекшелігі – ол – ар илги да толық кристалды болады, құрамында аморфты зат,



169-сурет. Кезілдірікті текстура. Көз аясы 8 мм



170-сурет. Линза тәрізді /а/ және свильді /б/ текстуралар
Көз аясы 8 мм



171-сурет. Будинаждық текстура: 1-эмбриондық, 2-блоқтық, 3-қалыпты, 4-линзалық

қуыс болмайды. Егер қайта кристалдану толық, аяғына дейін болмаса, онда ол жыныста бастапқы жыныс текстурасы мен структурасының белгісі байқалады. Мұндай белгілер метаморфтық жыныстың қалай қалыптасқанын білуді жеңілдетеді.

Метаморфтық жыныстардың структурасын жүйелеу мына ережеліктерге негізделген:

1/ жыныстың уатылу дәрежесіне; бұл белгі бойынша бөлінетін структураларды катаклаздық деп атайды. Мұндай структуралар катаклаздық метаморфизм /динамометаморфизм/ жыныстарына тән;

2/ бастапқы жыныстың сақталған текстура-структуралық белгілеріне, бұл белгілер бойынша бөлінетін структураларды реликтілік /қалдықтық/ деп атайды. Мұндай структуралар мағдымсыз метаморфталған жыныстарға тән;

3/ минералдың пішініне, бұл белгі бойынша бөлінетін структуралар кристаллобластық деп аталады. Мұндай структуралар қарқынды метаморфталған жыныстар мен метасоматиттерге тән.

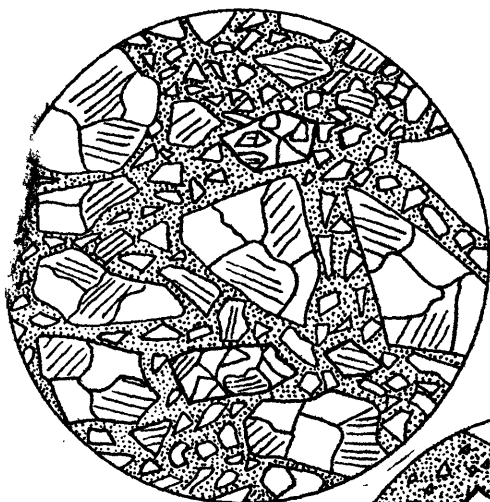
Катаклаздық структуралар

Катаклаздық структуралар бағытталған қысымның әсерінен жыныстардың уатылуынан қалыптасады. Олардың ішінде жыныстардың уатылу дәрежесіне қарай брекчиялық, цементтік және милониттік структуралар бөлінеді.

Брекчиялық структура жыныстардың уатылуының төменгі сатысын сипаттайды. Мұнда жыныстар ірілігі әрқилы қырлы кесектерге бөлшектенген, олардың араларын ұсақ, үгінді материал толтырады //72 - сурет/.

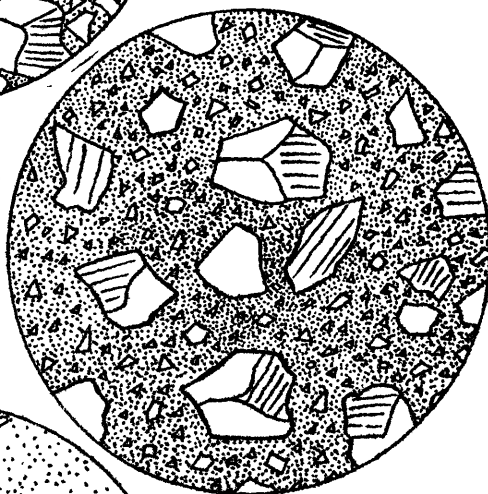
Цементтік структура уатылудың орта сатысын сипаттайды. Мұнда үгінді материал басым келеді, ол жыныста сақталған ірі кесектерлі цементпен тұрады //73 - сурет/.

Милониттік структура уатылудың жоғары сатысына тән. Мұнда жыныс түгелдей үгіледі, кейде жыныс монотон минералды қабатшаларға жіктеледі. Мәйда түйірлердің ішінде тәйде минералдардың өзінше тәжілес қалдықтары көреді //74-сурет/.



172-сурет.
Брекчиялық структура.
Көз аясы 8 мм

173-сурет. Цементтік
структура. Көз аясы 8 мм



174-сурет. Милониттік
структура. Көз аясы 4 мм

Реликтілік структуралар

Реликтілік структуралар мардымсыз метаморфталған жыныстарға тән, оларда бастапқы жыныстың текстура-структуралық белгілері сақталады. Мұндай структураларды атау үшін бастапқы жыныстың структурасының атына "бласто" не "класто" сөзі қосылады. Егер жыныста қайта кристалдану толық болмай, бастапқы жыныстың структурасының белгілері байқалатын болса, онда "бласто" сөзі қосылады. Мысалы, биотит-кварцты тактатас, структурасы бластопсаммиттік /175 - сурет/, яғни оның бастапқы жынысы құмтас болғаны: бластофиттік амфиболит /175 - сурет/, оның бастапқы жынысы диабаз болғанды. Егер жыныста катаклаз мардымсыз болып, минералдарда иілу, шытынау, аздап жарылып үгілу ғана болса, онда оның структурасы бастапқысына "класто" сөзі қосылып айтылады. Мысалы, кластограниттік, кластопсаммиттік т.б.

Кристаллобластық структуралар

Метаморфизм процесінде кристалдардың өсуін кристалло-бластез деп атайды. Кристаллобластық структуралар қайтадан толық кристалданған жыныстарға тән. Олар минерал түйірлерінің ірілігі, минерал мен оның агрегаттарының пішіні бойынша жіктеледі. Изохимиялық метаморфизм жыныстарының ерекшелігі сонда, ондағы минералдар бір уақытта қатар қалыптасады және минералдардың түрпаттылығы олардың кристалдану күшіне ғана байланысты. Ал метасоматиттерде кейін пайда болған минерал бұрынғыдан дұрыс пішінді болады.

Ф.Төрнер /Белоусова, т.б. 1972/ минералдардың кристалдану күші бойынша мынадай кристаллобластық қатарды анықтады

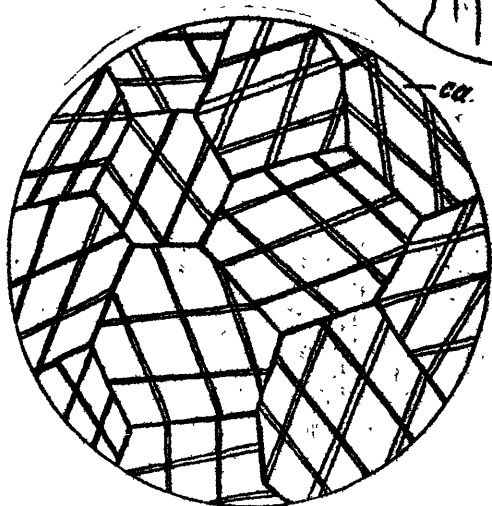
Турмалин, кианит, ставролит, гранат, андалузит;
Рутил, магнетит, сфен,
эпидот, цоизит, форстерит;
пироксендер, амфиболдар, волластонит:

слодалер, хлориттер, тальк, стильномелан;



175-сурет. Реликтілік
структуралар: 1-блестофиттік,
2-блестопсамиттік.
Көз аяси 4 мм

176-сурет. Гранобластық
структура. Көз аяси 4 мм



177-сурет, Мозаикалық
структура. Көз аяси 4 мм

доломит, кальцит;

скаполиттер, кордиерит, дала шпаттары;

кварц. Мұндағы жоғарғы қатардың минералдары дұрыс пішінді бсп, ал төменгі қатардың минералдары пішінсіз болып келеді. Минералдардың кристаллобластық қатарларда орналасу реті олардың кристалдық торларының құралысына байланысты, яғни кристалдық күш минералдың ішкі құрылысымен анықталады. Тығыз структуралы минералдардың кристаллографиялық пішіні тұрпаттырақ болады.

Минерал түйірлерінің ірілігі бойынша мынадай структуралар бөлінеді: зор кристаллы минерал түйірлері 20 мм-ден үлкен, ірі кристаллы 5-20 мм, ^{орта} кристаллы 1-5 мм, ұсақ кристаллы 0,1 мм, майда кристаллы 0,1 мм-ден аз.

Түйірлердің салыстырмә өлшемі бойынша гомеобластық /біркөлкі түйірлі/ және гетеробластық /әркөлкі түйірлі/ структуралар бөлінеді.

Гомеобластық структуралар

Гомеобластық структуралардың ішінен минерал түйірлерінің пішіні бойынша гранобластық, нематобластық; фибробластық, лепидобластық түрлері бөлінеді.

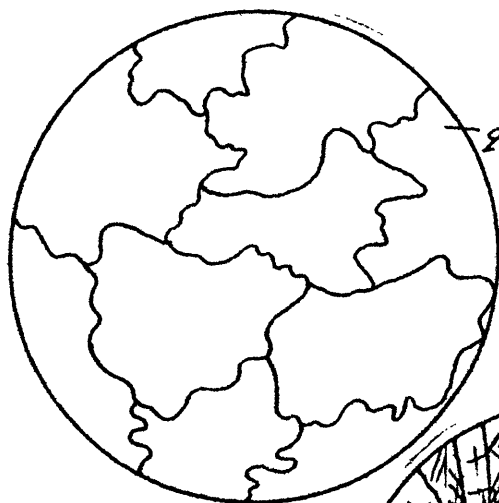
Гранобластық структурада жыныс изометриялы не пішінсіз минералдардан тұрады /176- сурет/. Мұның ұсақ түйірлі түрін роговиктік структура деп атайды. Егер минерал көп жақты болып келсе, онда структураны мозаикалық деп атайды /177- сурет/. Егер минералдың жиегі кодір-бұдырлы келсе, онда структураны тістік деп атайды /178- сурет/.

Нематобластық структурада жыныс ұзын призмалы минералдардан тұрады /179- сурет/.

Фибробластық структурада жыныс ине тәрізді не талшық минералдардан тұрады /180- сурет/.

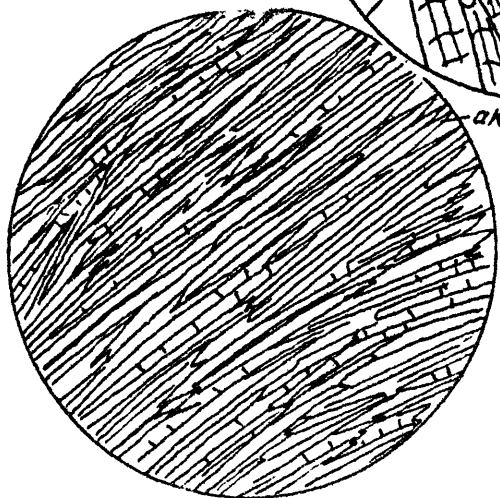
Лепидобластық структурада жыныс жапырақша, қабыршақ минералдардан тұрады /181- сурет/.

Егер жыныс әрқилы пішінді минералдардан тұрса, онда структура солардың пішініне қарай айтылады. Мысалы, грано-



178-сурет.
Тістік структура.
Көз аясы 4 мм

179-сурет. Нематобластық
структура. Көз аясы 4 мм



180-сурет.
Фибробластық структура.
Көз аясы 4 мм

нематобластық структура /182- сурет/; мұнда жыныс ұзын призмалық және изометриялы минералдардан тұрады, бірақ біріншісі басымрақ келеді.

Гомеобластық структуралардың ішінде минералдардың өзара қатынасы бойынша диабластық және келифиттік структуралар бөлінеді.

Диабластық структурада жыныстағы минералдар бір-бірімен бітісе еседі /183- сурет/. Егер минералдар бір-бірімен бітісе өскенде бармақ таңбасына ұқсас болса, онда оның дактилоскоптық структура дейді /184- сурет/. Егер плагиоклаздың калишпатпен шектес жерінде күрт тәрізді кварц түйірлері болса, онда структура мұрмекиттік деп аталады /185-сурет/.

Келифиттік /друзиттік/ структурада жыныстағы бір минерал екіншіні көмкере еседі /186 - сурет/.

Гомеобластық структуралар ішінде минералдар агрегаттарының пішіні бойынша центрлік және баулық түрлері бөлінеді.

Центрлік структурада жыныс құрайтын минералдар күн сәулесіндей тарамдалған агрегаттар құрайды /187- сурет/.

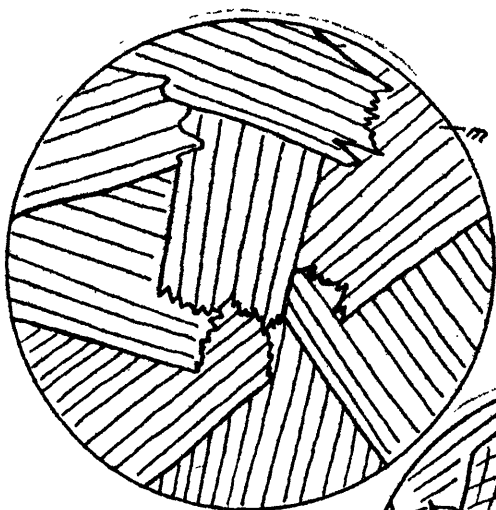
Баулық структурада жыныс құрайтын минералдар астық бау сияқты агрегаттар құрайды /187 - сурет/.

Гетеробластық структуралар

Гетеробластық структуралардың ішінен өзіндік гетеробластық, пойкилобластық және порфиробластық түрлері бөлінеді.

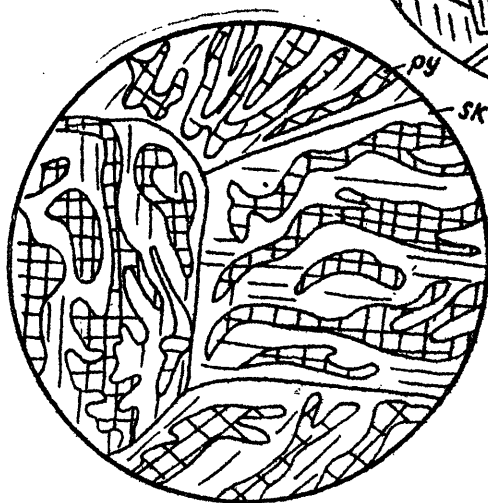
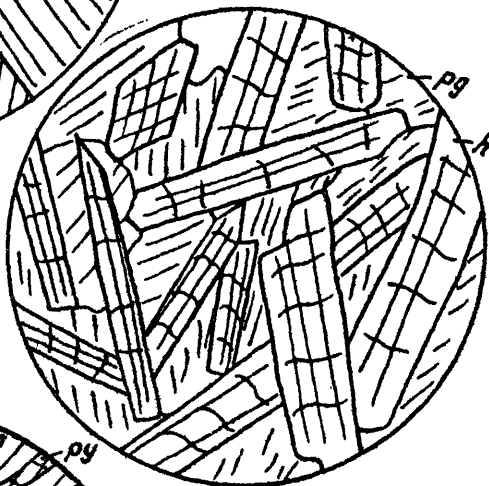
Өзіндік гетеробластық структурада жынысты ірілігі әркылы түйірлер құрайды, бірақ олардың айырмашылығы шамалы болып, ірілеу түйірлері жеке оқшау тұрмайды. Олардың ішінен минералдардың пішініне қарай гетерогранобластық /188 - сурет/, гетеронематобластық, гетеролепидогранобластық, т.б. түрлерін бөлуге болады.

Пойкилобластық структурада бір минералдың ұсақ түйірлері екінші ірі минералдың ішінде орналасады /189 - сурет/. Егер кіші минералдың түйірлері дөңгелек пішінді келсе,



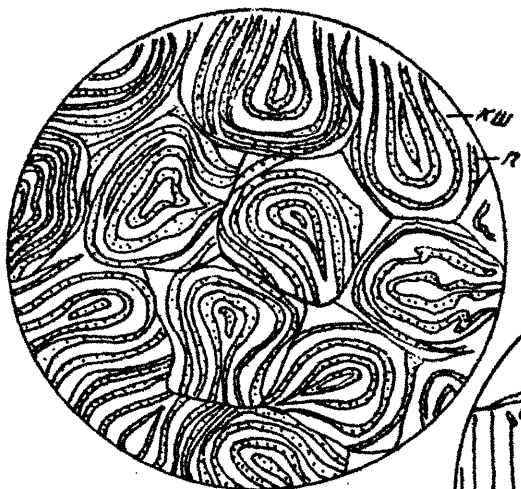
181-сурет.
Лепидобластык структура.
Көз аясы 4 мм

182-сурет. Гранонемато-
бластык структура.
Көз аясы 2 мм

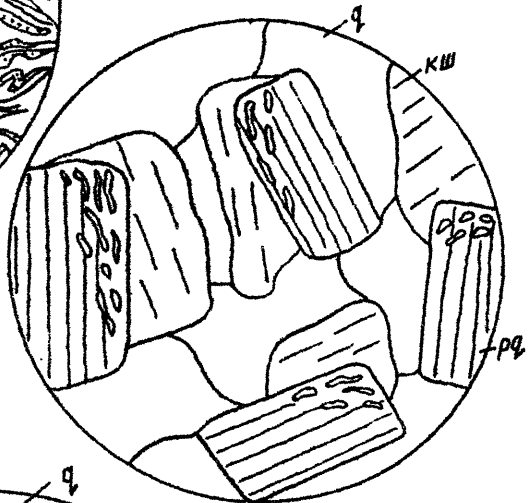


183-сурет.
Диабластык структура.
Көз аясы 2 мм

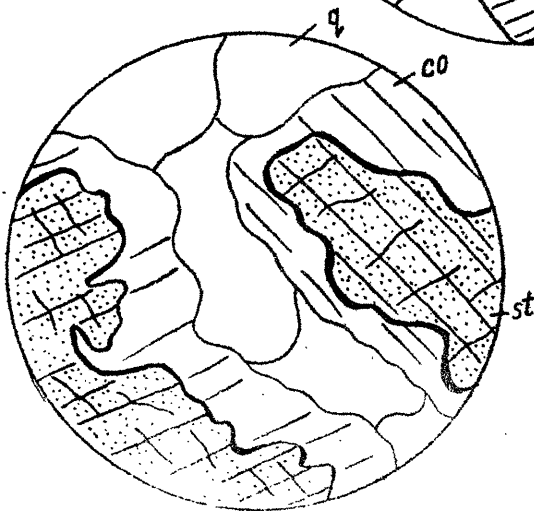
184-сурет.
Дактилоскопиялык структура.
Көз аясы 2 мм

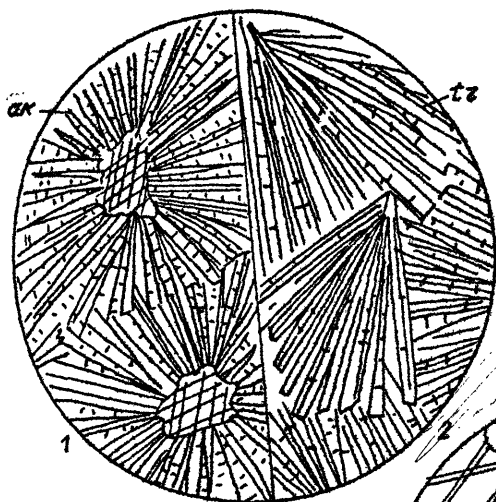


185-сурет.
Мирмекиттік структура.
Көз аясы 2 мм



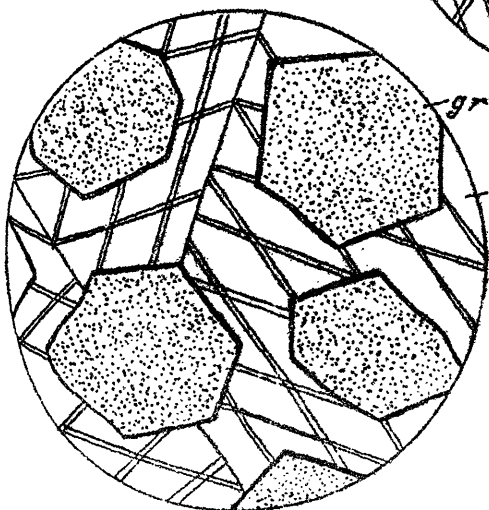
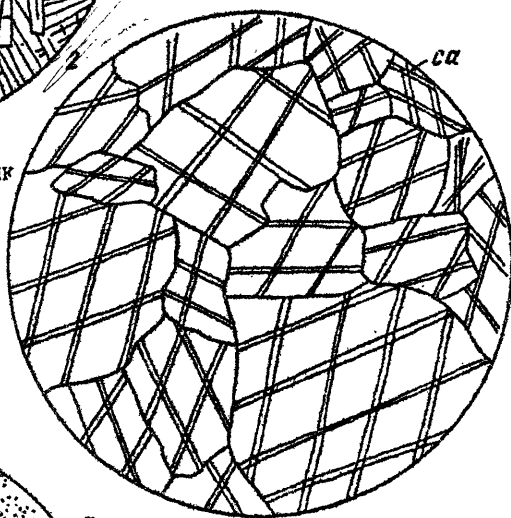
186-сурет.
Келифиттік структура.
Көз аясы 4 мм



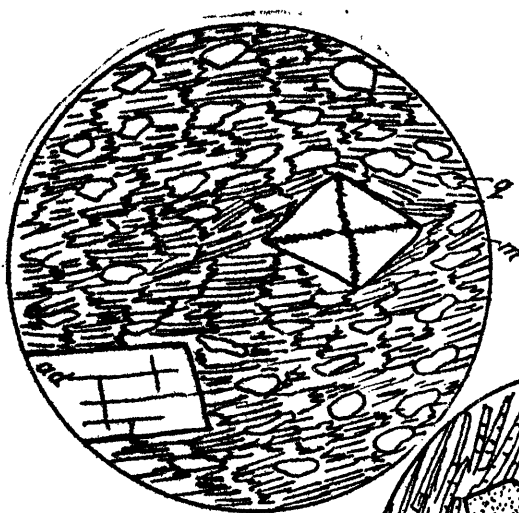


187-сурет. Центрик /1/
және баулық /2/ структуралар.
Көз аясы 4 мм

188-сурет. Гетерогранобласттық
структура. Көз аясы 4 мм

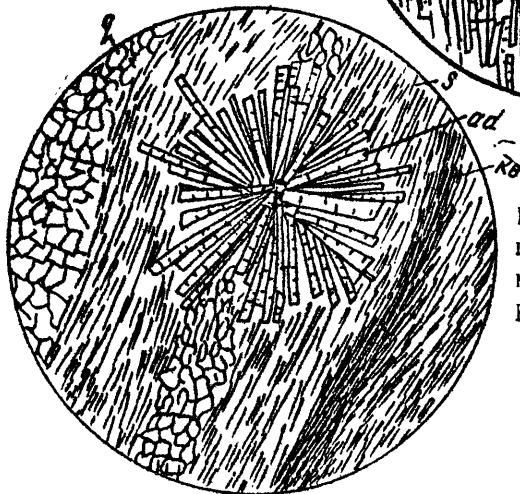
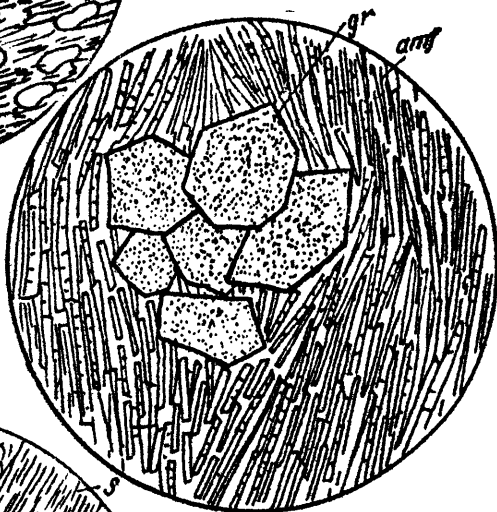


189-сурет. Пойкилобласттық
структура. Көз аясы 4 мм

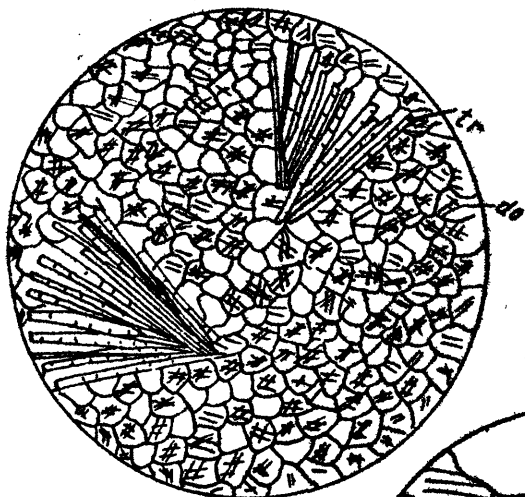


190-сурет. Порфиробластық
структура, арқауы микро-
гранолепидобластық.
Көз аясы 4 мм

191-сурет. Гломеропорфи-
робластық структура, арқауы
фибробластық. Көз аясы 4 мм

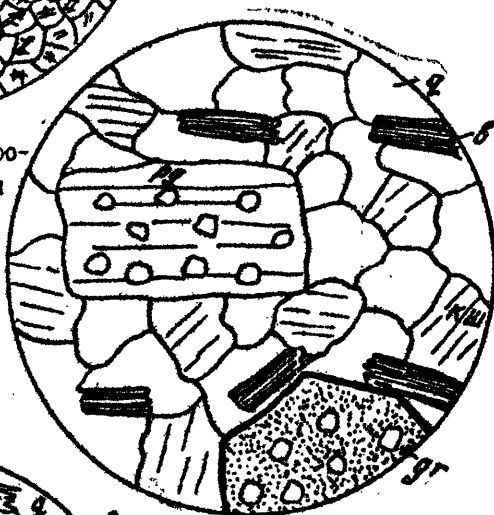


192-сурет. Центрілік
порфиробластық, арқауы
микрогранолепидобластық.
Көз аясы 4 мм



193-сурет. Бау порфиро-
бластық структура, арқауы
микрогранобластық.
Көз аясы 4 мм

194-сурет. Пойкилопорфиро-
бластық структура, арқауы
лепидогранобластық.
Көз аясы 4 мм



195-сурет.
Геллициттік структура.
Көз аясы 4 мм

онда оны өлеуіштік структура деп атайды.

Порфиробластік структурада біркелкі түйірлер арасында көбінесе құрамы жағынан басқа минералдардың ірі кристалдары дара бөлініп тұрады /190 - сурет/. Осындай ерекше тұратын ірі кристалдарды порфиробластар деп, ал ұсақтау түйірлі массаны негізгі ткань /арқауы/ деп атайды. Негізгі тканьнің структурасы пішіні бойынша анықталады, сондықтан олар жоғарыда көрсетілген гомеобластік структураларша аталады, тек оларға "микро" сөзі қосылады. Мысалы, жыныстың структурасы порфиробластік, негізгі тканьі микролепидобластік.

Егер жыныста порфиробластар - төбе-төбе боп шоғырланып келсе, онда структураны гломеропорфиробластік деп атайды /191 - сурет/. Егер жыныстар порфиробластар тарамақталған агрегаттар құрса, онда структура центрлік порфиробластік деп аталады /192 - сурет/. Егер жыныста порфиробластар бау тәрізді агрегаттар құрса, онда структура бау порфиробластік деп аталады /193 - сурет/. Егер порфиробластарда басқа минералдардың кірме түйірлері болса, онда ондай структура ны поикилиопорфиробластік деп атайды /194 - сурет/. Егер порфиробластар ұлу тәрізді бұралмалы пішінді болса, онда структураны гелициттік /грек. геликос-ұлу, бұрама/ деп атайды /195-сурет/.

МЕТАМОРФИЗМ ФАЦИЯЛАРЫ

Метаморфтық жыныстарды жүйелеу ең алдымен метаморфтық процестердің химиялық сипатына байланысты. Осыған орай барлық метаморфтық жыныстар екіге бөлінеді: 1/изохимиялық метаморфизм жыныстары, 2/ метасоматоз процесінің жыныстары, яғни метасоматиттер. Осы екі топ жыныстарының жіктелуі өртүрлі белгілерге негізделген. Бірінші топ жыныстары температурамен қысым бойынша жіктелсе, ал метасоматиттер процестің химиялық жағдайы бойынша жүйеленеді. Сондықтан бұл топтар жыныстарының жүйеленуі жеке-жеке қаралады. Төменде изо-химиялық метаморфизм жыныстарының жіктелуіне тоқталамыз.

Изохимиялық метаморфизм жыныстары процестердің тегі бойынша катаклаздық, жапсар-термалық және аймақ метаморфизмдік болып бөлінеді. Алғашқыда бұл метаморфизмдер жыныстары, негізінен аймақтық метаморфизм жыныстары, процестің тереңдігіне қарай жіктелді. Осы бойынша метаморфтық жыныстар эпизона, мезомона және катазонаға бөлінді. Оған себеп болған тереңдікке қарай температура мен қысым бір қалыпты өседі деген оол кездегі теріс ұғым болды. Қазіргі кезде Жер қыртысының әр түрлі аймақтарында температура мен қысымның әрқилы өзгеретіні белгілі боп отыр. Тектоникалы белсенді аймақтарда температура 1 км тереңдікте 80–100°-қа өседі, ал платформаларда 10–20°-қа көтеріледі. Ал қысым болса тектоникалық тынық аймақтарда 10 км тереңдікте 270 мПа болса, дислокациялық процестерде ондай тереңдіктерде ол 2000–2500 мПа-ға жетуі мүмкін. Сондықтан метаморфтық жыныстарды зоналарға бөлу дұрыс емес, себебі ол Жер қыртысының әр түрлі аймақтарында қысым мен температураның әрқилы өзгеруін есепке алмайды.

Осы кезде метаморфтық жыныстарды жүйелеу метаморфизм фацияларына негізделген. Метаморфтық фациялар магмалық және шөгінді фациялар ұғымынан бөлек болады. Егер магмалық фация жыныстың қалыптасу, яғни магманың катап тереңдігін /абиссалдық, гипабиссалдық, эффузивтік/, ал шөгінді фация шөгінді қалыптасатын физика-географиялық /теңіздік, жағалық, өзендік, көлдік, т.б./ жағдайды көрсететін болса, метаморфтық фация жыныс қалыптасуының температура мен қысымдық, яғни термодинамикалық жағдайын көрсетеді.

Метаморфтық фацияның негізін П.Эскола /Добрецов, т.б. 1970/ былай деп тұжырымдаған: қай фацияда болмасын белгілі бір температура мен қысым жағдайында химиялық тепе-теңдікке жеткен жыныстардың әр қайсысының минералдық құрамы тек қана олардың химиялық құрамымен анықталады. Бұдан мынадай қорытынды шығады, метаморфтық жыныстың минералдық құрамы оның химиялық құрамы мен метаморфизмнің термодинамикалық жағдайына тәуелді. Әртүрлі термодинамикалық

жағдайда химиялық құрамы бірдей жыныстардан әртүрлі минерал құрамды жыныстар пайда болады. Метаморфтық фацияларды минералдық парагенезистер бойынша анықтайды. Сонымен метаморфтық фацияға минералдық және химиялық құрамы әртүрлі, бірақ термодинамикалық қалыптасу жағдайы бірдей жыныстар кіреді.

Қазіргі кезде метаморфтық фациялардың жалпылай қабылданған жүйесі жоқ. Практикада қолдануға ыңғайлы боп Н.Д.Добрецов, В.С.Соболев, т.б. 1970/ ұсынған метаморфтық фациялардың үлгісі саналады. Бұл үлгі бойынша метаморфтық фациялар қысым бойынша үш топқа бөлінеді /196 - сурет/:

А - төмен қысым фациялары, мұнда қысым 300-400 мПа артпайды; бұл фациялар жапсар-термалық метаморфизмге сай келеді; А.Миширо /Саранчина т.б. 1973/ бойынша А6-құм типіне жатады;

В - орташа қысым фациялары, мұнда қысым 300-400 мПа-дан 1000-1200 мПа аралығында болады; бұл фациялар аймақтық метаморфизмге сай келеді. А.Миширо бойынша Барроу типіне жатады;

С - жоғары қысым фациялары, қысым 1000-1200 мПа-дан 2000-2500 мПа-ға дейін жетеді; бұл фациялар аймақтық метаморфизмде орын алады, бірақ шенеулі ғана, жінішке тектоникалық зоналарда тарайды.

Фациялардың әр тобының ішінде температура бойынша бірнеше фациялар мен субфациялар бөлінеді. А тобында мынадай фациялар мен субфациялар бөлінеді:

А₃ - мусковит-роговиктік фация /Төрнер, Берхуген бойынша альбит-эпидот-роговиктік/, температура 550°C-тан төмен;

А₂ - горнбленд /амфибол - роговиктік фация, температура 550-750°C; мұнда екі субфация бөлуге болады: А₂¹ - андалузиттік, температура 550-650°C А₂² - силлиманиттік, температура 650-750°C;

А₁ - пироксен - роговиктік фация, температура 750-900°C; мұнда екі субфация бөлінеді: А₁² -grossулярлық 750-850°C, А₁¹ -волластонитанортиттік, температура 850-900°C;

A_0 - спуррит-мервиниттік фация /Тернер, Ферхуген бойынша санидиниттік/, температура 900°C -тан жоғары; мұнда екі субфация бөлінеді:

A_0^1 - монтичеллит-спуриттік, температура $900-1050^{\circ}\text{C}$, A_0^2 - мервиниттік, температура 1050°C -тан жоғары. Жоғарыда көрсетілген субфациялар негізінен метаморфталған сазды және карбонатты жыныстар бойынша бөлінеді.

В тобында мынадай фациялар бөлінеді:

B_1 - жасыл тақтатастық фация, температура $300-500^{\circ}\text{C}$;

B_2 - эпидот-амфиболиттік /немесе андалузит-мусковит-тақтатастық/ фация, температура $500-650^{\circ}\text{C}$;

B_3 - амфиболиттік /немесе силлиманит-биотит-гнейстік фация, температура $650-800^{\circ}\text{C}$;

B_4 - гранулиттік /немесе қос пироксенді гнейстік фация, температура 800°C -тан жоғары.

С тобында мынадай фациялар бөлінеді:

C_1 - жалеит-лавсонит-глаукофандық фация, температура $300-500^{\circ}\text{C}$;

C_2 - глаукофан-альмандиндік /немесе кианит-мусковит тақтатастық/ фация, температура $500-650^{\circ}\text{C}$; Бейли мен Эрнст

C_3 пен C_4 фацияларын бірге қосып, көгілдір тақтатастық фация деп атайды;

C_5 - кианит-гнейстік пен амфиболиттік фация, температура $650-800^{\circ}\text{C}$;

C_6 - эколгиттік фация, температура 800°C -тан жоғары.

АНЫҚТАУШЫ ЖӘНЕ ҚАРСЫ

МИНЕРАЛДАР МЕН МИНЕРАЛДЫҚ ПАРАГЕНЕЗИСТЕР

Жоғарыда көрсетілген әр метаморфтық фацияда белгілі бір минералдар ассоциациясы кездеседі. Осылай белгілі бір термодинамикалық жағдайда ғана қалыптаса алатын минералдар мен минералдар ассоциациясын анықтаушы минералдар деп атайды, ал осындай термодинамикалық жағдайда қалыпта -

Жалсар-термалык метаморфизм фацияларынын
минералдар мен минералдык ассоциациялар бойынша сипаттамасы

14-кесте

фация	аныктаушы	карсы/кианит, ставролит, гра- нат /20% пироп/ жадеит, лавсо- нит, глаукофан барлык фация- ларда кездеспейдi/.	көдiмгi /+-тан минералдар/
A3	Биотит+кордиерит+мусковит+андалузит +кварц, хлорит-биотит-мусковит- андалузит, хлорит-магнетит-кварц, хлорит-тремолит-талык, талык-диоп- сид	силлиманит	мусковит биотит, хлорит андалузит, кордиерит, талык, доломит, кальцит, тремолит, кальцит-кварц
A2	Альмандин, ромбылзак амфибол, тре- молит, диопсид, кальцит, форстерит - доломит-кальцит, плагиоклаз-горн- бленд-кварц, диопсид-форстерит - кальцит-кварц	Пиррофиллит, доломит-кварц хлорит-мусковит - кварц, эпидот	/горнблендтер/, андалузит силлиманит, биотит дала шпаты /кордлерит, диопсид, кальцит- кварц, доломит.
A1	Монтмаллит-меллитит-волластонит- коэльцит, монтмеллитит-меллитит-грос- сулар, -кальцит, форстерит, - кордиер ит, - флюсидит, /феррокордиерит - фаялит- герцинит, перовскитлар-диоп- сид- волластонит /	Ромб. амфиболдар, мусковит, эпидот, доломит кальцит-кварц	Гиперстен, диопсид, ортоклаз кордиерит, биотит, силлиманит, корунд-сандин, кордиерит - калишпат, периклаз-кальцит
A0	СаО, лагунит, мервинит, спуррит, меллитит, тiңдiмит.	Андалузит, гранаттар, амфибол, слюдалар, волласа тонит-кальцит, доломит кварц - калишпат	Сандин, жоғары температура лы плагиоклазлар, кордиерит, шпинель, силлиманит, пирок- сендер, волласитонит, оли- вин, периклаз-кальцит, мон тицит-меллитит-кальцит

Жақшаға әртүрлі қысымда кездесе алатын минералдар мен олардың ассоциациялары
берілген. Олар жалсар-термалык метаморфизмде тек температура бойынша ғана анықтаушы бола
алады.

Ортаа кысылы аймактык метаморфизм фацияларынын минералдар мен
минералдык ассоциациялар бойынча сипаттамасы

Бет	аныктаушы	жарык/минут кадект, лавсонит, гра- нат / > 50% гипс/барлык фацияларда кездеспейд	көпчүлүгү / +сирек тен минералдар
B ₄	хлорит-кальцит-кварц, доломит-кварц хлорит-хлорит-стальпномелан, аль- -кварц-мусковит-хлорит-эпидот, аль- бит-кварц-мусковит-хлорит-актинолит.	ставролит, кордиерит, силлиманит андалузит, альмандин, плагиоклаз / > 10% /, Mg-амфибол, биотит	хлорит, тремолит, актино- лит, тальк, мусковит-тальк мусковит-кварц, эпидот
B ₃	ставролит-кварц-андалузит / ставролит- кварц, мусковит-кварц, силлиманит-мус- ковит-кварц, альмандин-биотит, горн- сленд-биотит-эпидот-плагиоклаз / 10-30 кварц	Fe-Mg-хлорит, воллостонит	Амфиболдар, гранат, эпи- дот, ставролит, андалузит, хлоритсид, плагиоклаз, био- тит-мусковит-кварц
B ₂	биотит-силлиманит-кальцит-кварц, гра- нат-шинель-ставролит-силлиманит кварц	хлоритсид, Fe-эпидот, ставролит- кварц, эпидот-плагиоклаз / 50%, тре- молит, актинолит, доломит-кварц	Биотит, амфиболдар, кор- диерит, гранат, силлима- нит, андалузит, плагио- клаз, кальцит, силлиман ит-гранат-костидерит.
B ₁	гиперстен / < 50% - дисперс-кварц, гиперс- тен / < 50% - гранат-кальцит, гиперстен- / < 40% - кордиерит-кальцит, гиперстен- гранат-кордиерит-кальцит, гиперстен / < 30% - кварц, гиперстен-дисперсид-плагио- клаз-кальцит, гранат-силлиманит-костид- эпидот-гиперстен	ромб, амфибол, куммингтонит, став- ролит, мусковит, эпидот андалузит, хлорит, биотит / < 30% - кв, горнсленд- ка-кв, кварц-кальцит-плагиоклаз / < 20% /, горнсленд-гранат-биотит-квар- ц, фибростерит-аргилит	гранат-силлиманит-кварц- кальцит, гиперстен-каль- цит-плагиоклаз-кварц дисперсид-плагиоклаз-каль- цит-кварц, корунд-кальцит эпидотит-сапфирин

Жогагы кысым фациялары

Түрү / Анкытауу минералдар	Карсы минералдар	Негизгі минералдар
Давсонит, арагонит, жасалт, кварц, глаукофан-Са-Аг-минералдар, эпидот, пумпеллит, рутил	Ставролит, кордиерит, силлиманит, андалузит, альмандин, плагиоклаз / > 10 / Аг-амфибол, кианит	<i>Mg</i> - пумпеллит, эпидот, глаукофан хлорит, асирин-жадеит
Глаукофан-гранат, кианит-ставролит-кварц, кианит-мусковит-кварц	Кианит + калишпат	амфиболдар, гранат, эпидот, ставролит, андалузит, хлоритолд плагиоклаз, биотит - мусковит - кварц
кианит-калшпат, плагиоклаз негізді-кианит-гранат-омфацит кианит-гранат	силлиманит, андалузит, кордиерит-гранат	Биотит, амфиболдар, кордиерит, гранат, силлиманит андалузит, плагиоклаз, калишпат, силлиманит гранат-кордиерит
гранат / > 50 / гранат-омфацит-рутил	Гиперстен-плагиоклаз, силлиманит, кордиерит, ставролит, амфиболдар.	гранат-кианит, жасалт оливин - гранат, кианит-диопсид
Баскыч	пироп-альмандиндік гранат, сандар темірігі мен плагиоклаздың немірін көрсетеді.	минералдардың

са алмайтын минералдарды қарсы минералдар дейді. Төменде І4, І5-І6-кестелерде Н.Л.Добрэцов, т.б. /1970/ бойынша әр фацияның анықтаушы және қарсы минералдық ассоциациялары берілген.

КАТАКЛАЗДЫҚ МЕТАМОРФИЗМ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖЫНЫСТАРЫ

Катаклаздық метаморфизм Жердің жоғарғы қабаттарында стрестің, яғни бір бағытты күшті қысымның әсерінен болады. Бұл процесте температура төмен болып, оның метаморфталатын жыныстарға әсері болмайды. Бұл метаморфизмде жыныстар қарқынды механикалық деформацияға ұшырайды. Тік жатқан тектоникалық жарылыстар бойында катаклазданған жыныстар шенеулі дамиды,

Ал көлбеу тектоникалық бұзылыстар бойында үлкен аймақты алып жатады. Метаморфтық өзгерістер тектоникалық бұзылыстардан алыстаған сайын біртіндеп әлсірей бастайды.

Стресс жыныстар мен оларды құрайтын минералдардың уатылып, үгілуіне қатты ықпал жасайды. Оның әсерінен жыныстарда жарықтар пайда болып, солардың бойымен сырғу бас-талады. Морт минералдар уатылып, иілгіш минералдар/биотит, мусковит, хлорит/ уқаланып ұйпаланады. Минералдарда сырғу егіздіктері пайда болады, ірі түйірлерде грануляция жүріп, ұсақ түйірлерге айналады. Жыныстарда осындай өзгерістер төмен температурала, яғни Жер бетіне жақын жерде жүруі мүмкін. Ал тереңдікте температураның жоғарылауына байланысты деформация иілгіштік түріне айналып, жыныстарда уатылу болмайды. Сондықтан мұндай тереңдікте динамотермалық метаморфизм срын алады.

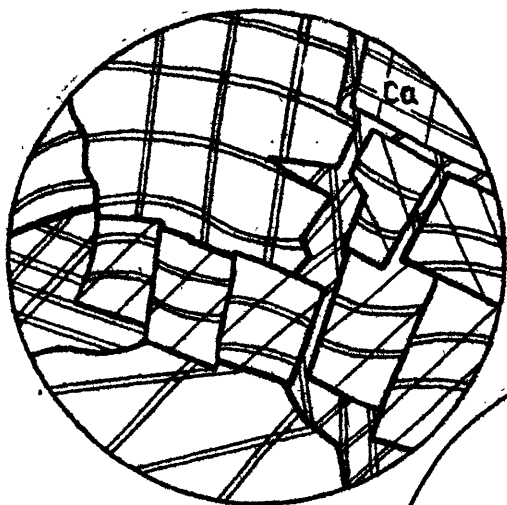
Катаклаздық метаморфизм жыныстары уатылу дәрежесіне қарай жүйеленеді. Онда қысым бойынша жүйелеу мүмкін емес, себебі жыныстардың минералдық құрамына қарай қысымға төзімділігі әрқилы. Катаклаздық жыныстардың ішінен мынадай

негізгі түрлері бөлінеді: тектоникалық брекциялар, катаклазиттер, милониттер.

Егер катаклаз процесінде жыныстарда механикалық деформация әлсіз жүріп, оларда тек аздаған жарықшалар, кейбір минералдарда егіздіктер /кальцит, плагиоклаз/, құбылма сөну/ кварц, дала шпаттағы, амфиболдар, пироксендер/, өкі өстілік /кварц/, сілу /хлорит, биотит, мусковит/ пайда болса, онда оларды катаклазданған жыныстар /197 - сурет/ дейді. Олардың аттары бастапқы жыныстардың аттарымен аталады. Мысалы, катаклазданған гранит, катаклазданған құмтас, т.б. Бұл жыныстар сығуға бастапқы жыныстардан ажырамайды. Олардың структурасы реликтілі келеді, мысалы кластограниттік, кластопсаммиттік.

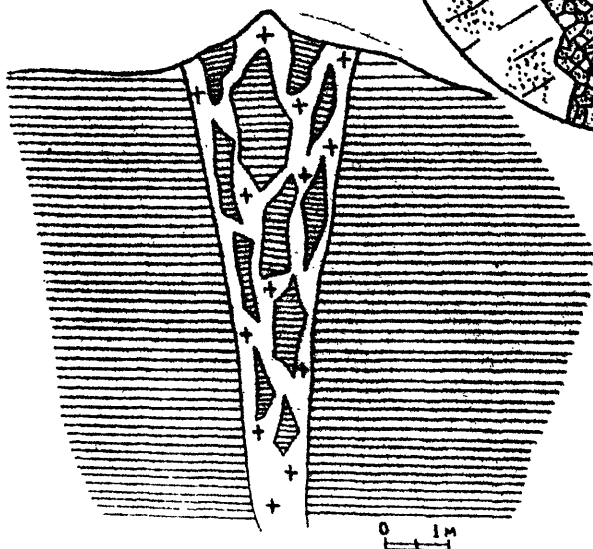
Тектоникалық брекциялар /итал. брекчия - сынық/ ірілігі әркілі жыныс сынықтарынан тұрады. Олардың аралығы сол құрамды майда түйірлерден құралады. Егер жарықшалар арқылы гидротермалық өңітінділер жүрген болса, онда сынықтар арасында кварц, халцедон, карбонаттар, хлорит сияқты тағы басқа төмен температуралы минералдар пайда болады. Сынықтардың пішіндері әркілі болады, олар бастапқы жыныстың текстурасына байланысты. Егер бастапқы жыныс шомбал текстуралы болса, онда сынықтар изометриялы пішінді болады. Ал тақталы, қабатты жыныстар жайпақ сынықтар болып уатылады. Тектоникалық брекциялардың текстурасы шомбал, тақталы, структурасы брекциялық /198 - сурет/ болады. Сынықтардың құрамы бойынша бастапқы жыныс оңай анықталады, сондықтан брекцияға бастапқы жыныстың аты қосылып аталады. Мысалы, граниттік тектоникалық брекция, құмтастық тектоникалық брекция т.б.

Егер брекциядағы сынықтардың арасы магмалық материал /гранит, диорит т.б./ болса, онда мұндай жыныс эруптивтік /лат. эруптивус - шығару/ брекция деп аталады. Мұндай жыныстардың қалыптасуы терең жарылыстардың әсерінен жыныстардың уатылып, магмалық балқымалардың енуімен байланысты /199 - сурет/.



197-сурет.
Катаклаздалған мәрмәр.
Көз аясы 10 мм

198-сурет. Граниттік
тектоникалық брекчия.
Көз аясы 10 мм



199-сурет.
Эруптивтік брекчия.

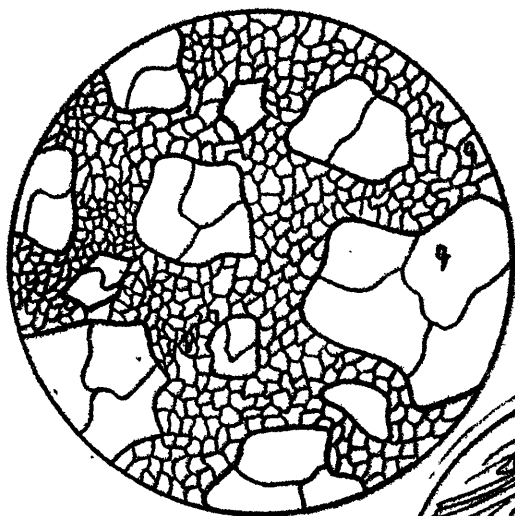
катаклазиттер /грек.катакласо - қирату/ брекчиялар-
дан ұсақтау сынықтардан тұрады. Ол сынықтар құрамы өзімен
бірдей қатты үгілген материалмен цементтелген. Текстурасы
шомбал, такталы, стуктурасы цементтік болады /200- сурет/.
Сынықтардың құрамы, құрылысы бойынша бастапқы жынысты анық-
тауға болады. Сондықтан мұндай жыныстарды сипаттағанда бас-
тапқы жыныстың аты қосылып көрсетіледі. Мысалы, граниттік
катаклазит, құмтастық катаклазит, т.б.

Кейбір катаклазиттер өздерінің құрамдық, құрылыстық
өзгешеліктеріне қарай ерекше аталады. (ған жататындар:
көзілдірікті гнейстер, какириттер, порфирциттар, порфирит-
тоидтар.

Көзілдірікті гнейстер /славян.гнус-шірік/ - кварц-дала
шпатты псевдопорфирлі жыныстар. Текстурасы көзілдірікті
такталы /201- сурет/, кейде жолақты болады. Жыныста көзіл-
дірік тәрізді боп дала шпатының, кейде кварцтан ірі түйір-
лері болады. Дала шпатының кластспорфирлер боп кездесетіні,
оның басқа минералдарға қарағанда грануляцияға тәзімді
болуынан. Көзілдірік тәрізді боп кездесетін минералдар
бастапқы псифаттер, ффузиттер, туфтардан сақталған қалдық
болады. Кейде мұндай оқшауларды құрамында жалырақша минерал-
дар /хлорит, серицит, мусковит, т.б./ бар жыныс аяқуы айна-
ла етіп, жынысқа флазерлік /свилдік/ текстуры береді. Ката-
клаздық гнейс сырттай динамотермалық гнейске ұқсағанымен,
одан құрамы жағынан аяқрайды. Оның құрамында жоғары темпе-
ратуралық минералдармен /дала шпаттары/ бірге төмен тем-
пературалық минералдар да /хлорит, эпидот, серицит т.б./
кездеседі. Оның себебі - мұндай жыныстардың жоғары сатылы
метаморфизм жыныстарының катаклазға ұшырап қалыптасуынан

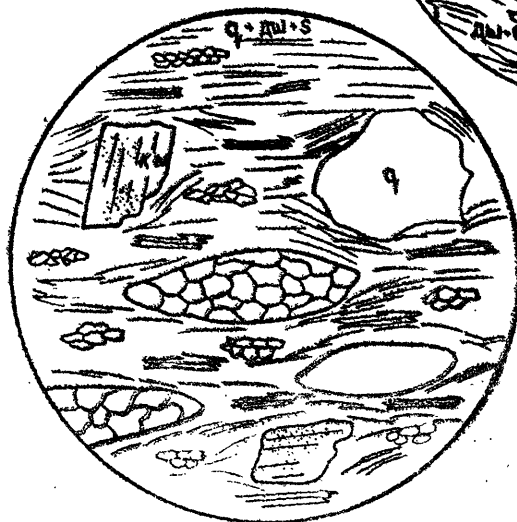
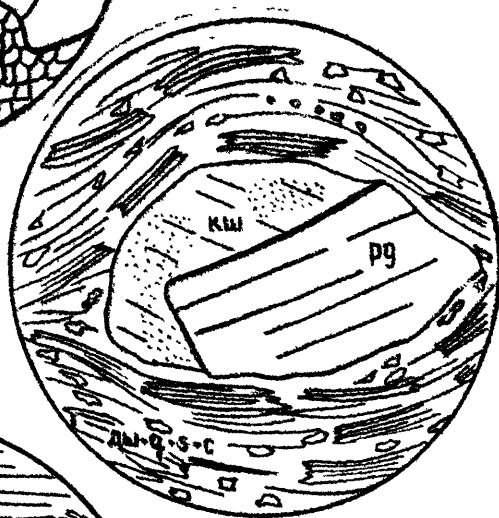
Какириттер /Какир көлі, Финляндия/ брекчия мен көзіл-
дірікті гнейске қарағанда ұсақ сынықтардан тұрады. Оларға,
көптеген жарықшалар мен сырғу беттері тән, сондықтан бай-
ғамен ұрғанда какириттер ұсақ қырлы кесектерге бөлшектене-
ді. Олардың сырғу беттерінде тырналған іздер жақсы бай-
қалады.

Порфирциттар мен порфириттоидтар : ффузиттік және пч-
рокластік жыныстардың катаклаздануынан пайда болады. Оларда



200-сурет.
Кварцит катаклазиті.
Кез аясы 10 мм

201-сурет.
Кезілдірікті гнейс.
Кез аясы 10 мм



202-сурет. Порфіроид.
структурасы сластопорфирді
Кез аясы 10 мм

бастапқы жыныстың сырт пішіні мен кейбір құрылысы әжептеуір сақталады. Текстурасы тақталы келеді. Порфириттер мен порфиритоидтар вулкандық қабақтардың аймақтық метаморфизмге ұшырағанынанда қалыптасады. Оларда порфир бөліктері жақсы сақталып қалады, бірақ та түйірлерде механикалық деформацияның іздері жақсы байқалады. Негізгі массаның бастапқы структурасы түгелдей жойылып, оның орнына микролепидобластық, микрофибробластық, микрогранолепидобластық структура пайда болады /202 - сурет/.

Порфириттер мен порфиритоидтардың жалпы структурасы бластопорфириті не бластопирокласты болады. Бластопорфириттер әдетте деформацияланған, мүжіліп линза тәрізденіп бір бағытта бағдарланған. Кейде олардың уатылған түйірлері де кездеседі. Бастапқы эффузивтің порфир бөліктерінің орнында кейде метаморфтық минералдардың псевдоморфозалары не олардың ұсақ агрегаттары кездеседі.

Порфириттер қышқыл вулканииттер бойынша қалыптасады. Оларда бластопорфириттер кварц пен дала шпаттарынан, ал арқауы кварц пен серициттен тұрады. Кейде онда хлорит, эпидот, цоизит, дала шпаты кездеседі. Метаморфизм үдейгенде порфириттер кварц-серицитті тақтатасқа айналады.

Порфиритоидтар орташа және негізгі вулканииттер бойынша қалыптасады. Оларда бластопорфириттер плагиоклаз, пироксен, горнбленд болып келеді. Кейде олар альбитке, хлоритке, актинолитке, рудалық минералға айналған. Жыныстың арқауы альбиттен, хлориттен, эпидот-цоизиттен тұрады. Метаморфизм қуаттырақ болса, олар жасыл тақтатасқа айналады.

Милониттер /грек. милос - диірмен/ катаклаз өте қарқынды жүргенде қалыптасады. Мұнда жыныс өте қатты үгіледі. Бағытталған қысымның әсерінен метаморфтық дифференциация болып, жыныста жолақ текстура пайда болады. Структурасы /203-сурет/ миллиониттік. Милониттің бастапқы жынысын анықтау қиында соғады. Бұл жерде олардың қандай өзгермеген жынысқа өтетінін далада байқау қиыны. Егер бастапқы жыныс анықталған болса, онда ол милонитпен қосылып айтылады. Мысалы, граниттік милонит, т.б.

Милониттер негізінен ірі жарылыстар бойында дамиды. Олар химиялық жағынан өте тәзімді жыныстар болып келеді, сондықтан катаклаз кезінде кристалданбай өте майда түйірге дейін үгіледі. Көп жағдайда милиониттер қара, қара-сұр түсті тығыз салмақты болып келеді. Балғамен ұрғанда олар ұсақ қырлы кесектерге бөлінеді. Милониттер гранит, кварцит, аркозды құмтас, басқа да кварцты жыныстардың уатылуынан қалыптасады. Орта, негізгі, аса негізді жыныстар бойынша милониттер сирек кездеседі.

Кейбір зор жауылыстар бойында ірі түйірлі жыныстардың өте майда түйірлі ультрамилионитке дейін айналғанға көруге болады. Ультрамилиониттерде ұсақталған бөлшектердің өлшемі 0,01-0,001 мм-ге дейін жетеді.

Егер милониттер қайта кристалдануға ұшырайтын болса, онда оларды бластомилониттер деп атайды. Бластомилониттерде катаклаздың белгілерден бластездік структура басым келеді.

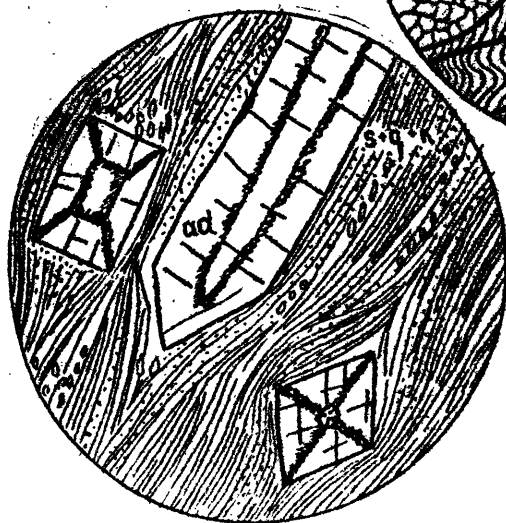
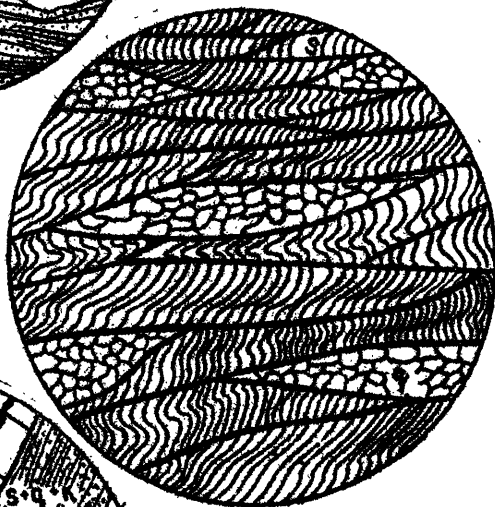
Псевдотахилиттер /грек. тахис - тез, жылдам/ бастапқы жыныстардың үгілуінің ең жоғары сатысы боп табылады. Олардың сырт көрінісі шұны тәрізді қара болады. Алғашқыда мұндай жыныстарды катаклаз кезінде үйкелудің әсерінен жұтылай балқудан пайда болды деп есептеген. Рентгенметриялық, оптикалық тексерулерде псевдотахилиттердің бір-біріне жабысқан өте майда сынық бөлшектерден тұратыны анықталды.

Филлониттер /филлиттік милониттер/—ұсақ, майда түйірлі тақталы жыныстар. Мұндай жыныстар қысқартылған әрқиле бағытта бірнеше дүркін әсер еткеннен қалыптасалы. Сондықтан оларда тақта лазықтықтары бірнеше бағытта болып келеді. Соның нәтижесінде жыныс ұсақ личкалардан тұратындай боп көрінеді және олардың ішінде өзінің тақталы өрнектері болады /204-сурет/. Филлониттерде пішіні бұйра өрнектер де дамиды. Минералдық құрамы жағынан олар филлиттерге ұқсас келеді, басты минералдары кварц, серицит, хлорит, графит, кальцит, т.б. Бірақ олардан жаратылысы бөлек. Көптеген филлониттер кристаллы тақтатастардың, гнейстердің қайтадан катаклазға ұшырауынан қалыптасалы. Оны филлониттерде сақталып қалған жоғары температуралы минералдар /гранат, ставролит, кианит, т.б./ көруге



203-сурет. Милонит,
структурасы милониттік.
Көз аясы 5 мм

204-сурет. Филлонит.
Көз аясы 5 мм



205-сурет. Хнастолитті
тақтагас/андалузит-серицитті:
роговик/. Көз аясы 3 мм

ЖАПСАР-ТЕРМАЛЫҚ МЕТАМОРФИЗМ ЖӘНЕ

ОНЫҢ ЖЫНЫСТАРЫ

Жапсар-термалық метаморфизм интрузиялардың сырт жағында және магмалық балқымалардағы ксенолиттерде орын алады. Бұл метаморфизм табиғатта көлемі жағынан шамалы дамиды. Мұнда метаморфизм тудыратын басты себеп – ол магмадан шығатын жылу. Сондықтан бұл процесс изохимиялық болады. Дегенмен соңғы кездегі зерттеулерге қарағанда жапсар-термалық метаморфизмде магмадан оның сұйық кезінде бөлініп шығып қоршаған жыныстарға енетін флюидтердің әсері маңызды орын алатыны белгілі болып отыр. Жапсар-термалық метаморфизмде биотиттің кең дамуы осы процесспен байланысты.

Жапсар-термалық метаморфизм таза күйінде сирек болады. Оған постмагмалық ерітінділермен байланысты метасоматоз процесі жалғаса жүреді. Осыған байланысты термалық метаморфизмнің алғашқы жыныстарының құрамы мен құралуы өзгеріп те кетеді. Интрузияның жапсарынан сыртқа алыстаған сайын қызудың төмендеуіне қарай минералдардың да парагенезисті өзгеріп отырады.

Жапсар-термалық метаморфизмнің қарқынды көптеген себептерге байланысты:

1/ магмалық балқыманың температурасына, жоғары температуралы күшті өзгерістер габброидтық магмалардың жапсарында кездеседі, себебі мұндай магмалар жоғары температуралы болып келеді. Дегенмен көп жағдайда габброидтық интрузиялар жапсарында мұндай өзгерістер байқалмайды. Оған себеп интрузияның ақтық орнығу жеріне жеткенше біршама кристалданып қатаюына байланысты. Сондықтан оның температурасы төмендеп, қоршаған жыныстарға қарқынды әсер ете алмайды. Гранитсид интрузияларының жапсарында негізінен орта және төмен температуралық өзгерістер орын алады.

2/ интрузияның көлеміне. Оның көлемі үлкен болған сайын, энергиялық қоры да көп болады. Сондықтан интрузияның қорша-

ған жыныстарға қызу әсері де қарқынды болады. Мұндай күшті әсер аллохтондық интрузияларға тән, ал автохтондық интрузиялардың энергиясынан шамалы болуына байланысты олармен жапсар-термалық өзгерістер сирек байқалады.

3/ метаморфталатын жыныстардың құрамына. Жапсар-термалық өзгерістер әсіресе қарқынды сазды және карбонатты жыныстарда жүреді, ал силициттер мен магмалық жыныстарда нашар болады.

4/ химиялы белсенді компоненттердің қатысуына. Бұл компоненттердің метаморфталатын жыныстар мен интрузияда көп болуы термалық метаморфизмнің қарқынды жүруіне мүмкіндік туғызады. Сондықтан күшті роговиктену қуыстық ерітінділерге бай шөгінді жыныстарда және флюидтерге бай гранит интрузияларының жапсарларында жүреді.

5/ жапсар-термалық метаморфизм болатын жердің тереңдігіне. Ол терең болған сайын қысымның өсуі және суу жылдамдығының төмендеуіне байланысты қоршаған жыныстардың қайта кристалдануы ұзақ және мықты жүреді. Жер бетінде және аз тереңдікте магма температурасының күрт көтерілуіне байланысты жаршаған жыныстарда жоғары температуралы өзгерістер болады, бірақ магманың тез сууынан мұндай өзгерістердің көлемі шамалы болады. Соңдай жоғары температуралы, бірақ шағын көлемді термалық өзгерістер ультрабазиттердің жапсарына тән.

6/ қоршаған жыныстардың физика-механикалық күйіне. Қоршаған жыныстардағы қуыстар, жарықшалар, қабаттылық пен тақталық беттер флюидтардың тағалуына және сонымен жылуының конвективті түрде берілуіне мүмкіндік туғызады. Осыдан қоршаған жыныстарда өзгерістер қарқынды болады. Егер қоршаған жыныстар тығыз болатын болса, онда жылу кондуктивті жолмен таралады. Сондықтан оларға қызу нашар өтіп, қайта кристалдану нашар жүреді.

7/ интрузияның жанасу жағдайына. Интрузияның қоршаған жыныстармен жапсары тіктен көлбеу болған сайын оның қыздыру әсері күшеюіне түседі. Жапсар-термалық метаморфизм жыныстарын зерттегенде Жер бетінің осы күнгі қиын еске алуы керек. Себебі кейбір жағдайда интрузивтердің айналасында үлкен

өңірді алып жатқан роговиітер жапсар-термалық метаморфизм-
нін қарқынды жүргенінен емес, ол сілем жапсарының көлбеу
екендігімен байланысты. Сондықтан мұндай роговиітердің,
астында аз тереңдікте жер бетіне шықпай жатқан интрузивтің
басқа бөліктері бар.

Жапсар-термалық метаморфизм жыныстарын жүйелеу термодинамикалық жағдай мен бастапқы жыныстардың құрамына негізделген. Ол төменде І7-кестеде берілген.

І7-кесте

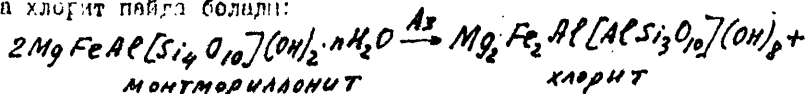
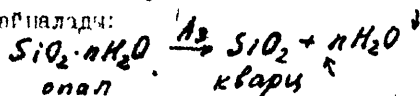
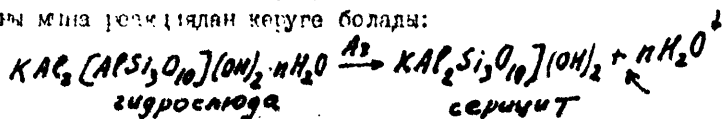
Жапсар-термалық метаморфизм жыныстары

метаморфизм фациялары	метапелиттер	метабазиттер	метакарбонато-литтер	метасилициттер
A ₃	таңдақты және түйінді тахтатастар/роговиітер	Альбит-эпидотты роговиітер	Мәрмәрлар	Кварциттер
A ₂	Андалузитті және кордиеритті слюдалы роговиітер/тахтатастар	Горнблендіті роговиітер	Мәрмәрлар Скарноидтар	Кварциттер
A ₁	Силлиманитті және кордиеритті дала шығырты роговиітер	Пироксенді роговиітер	Мәрмәрлар скарноидтар	Кварциттер
A ₀	Санидинді муллитті роговиітер Бухиттер	Пиджонитті роговиітер	Спурритті, монтицеллитті, ларнитті, мерсинитті роговиітер	Кварциттер

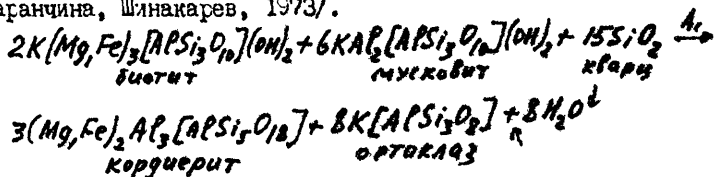
Метапелиттік роговиітер

Таңдақты және түйінді тахтатастар /роговиітер/ сазды және слюросилит-сазды жыныстардың жапсар-термалық өзгеруінен пайда болады. Олар жапсар жиегінің сыртқы жағын құрайды.

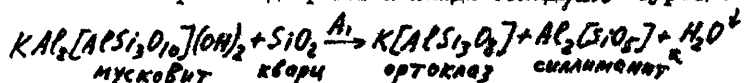
Түсі қара сұр, сұр, кейде ашық сұр, текстурасы тандақ, тақтатасты /163 - сурет/ не түйінді тақтатасты болады. Түйінді тақтатастысы тандақты түйінге қарағанда жоғарылау температурада қалыптасады. Структурасы порфиробластық /205 - сурет/, не флюоробластық не гломеропорфиробластық болып келеді. Порфиробластар андалузит не кордиерит болады. Егер бастапқы жыныс алюминийге бай болса, онда андалузит дамиды. Егер онда алюминийден басқа магний, темір болса, онда кордиерит дамиды. Андалузит жыныста кейде топтасып түйінге ұқсас болып келеді. Андалузит пен кордиериттің ірі түйірлері пішінсіз, шекаралары көмескі болып келеді. Оларда басқа минералдардың көптеген ұсақ түйірлері кездеседі. Жыныстың арқауының структурасы микролепидобластық не микросгранулолепидобластық болып, серпінді пен кварцтан тұратын, аздап хлорит, эпидот, альбит кездеседі.



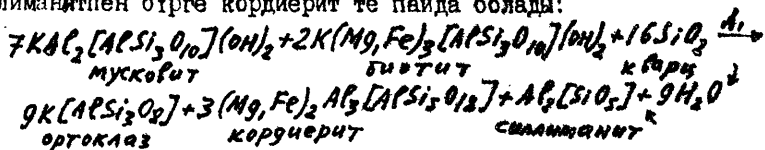
Кварц пен слюдалар шамалы кездеседі, олардың азамы дала шпаттары мен кордиерит, силлиманиттің көбөйіне байланысты /Сағанчина, Шинакарев, 1973/.



Егер бастапқы жыныста магний-темірлі минералдар болмай, сағзы минералдар гидрослюда, каолинат болып келсе, онда силлиманит ортоклазды роховик пайда болады/206-сурет/:



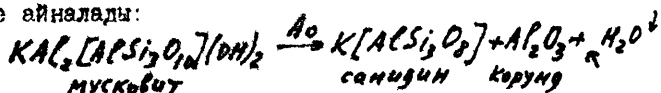
Бастапқы жыныста монтмориллонит те болатын болса, онда силлиманитпен бірге кордиерит те пайда болады:



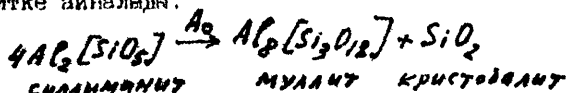
Дала шпатты роховиктерде аздап плагиоклаз бен пироксендер /гиперстен, диопсид/ кездесуі мүмкін. Мұндай роховиктер мергельді жыныстар бойынша қалыптасады. Жоғары температура да / A_1 - фация/ қышқыл магмалық жыныстар бойынша биотит дала шпатты роховиктер пайда болады. Олар силлиманит пен кордиерит кездеспейді.

Санидинді және муллиті роховиктер кара-сұр ұсақ түйірлі болады. Олар өте жоғары температурада / A_0 - фацияда/ субвулкандық интрузияның жапсарында метапелиттер бойынша қалыптасады. Кейде мұндай роховиктер эффузивтегі ксенолиттер мен табанындағы жыныстарда кездеседі. Бұл роховиктер жұқа ғана денелер болып кездеседі, қалыңдығы бірнеше мм-ден ондаған см-ге дейін жетеді. Олардың құрамында санидин, анортклаз, муллит, кордиерит, силлиманит, тридимит, кристобалит, корунд, шпинель кездеседі. Структурасы гранобластық. A_0 -фацияда ортоклаз санидинге, альбит анортклазға айналады.

Басқа фацияларда кездесетін мусковит A_0 - фацияда сангитин, корундке айналады:



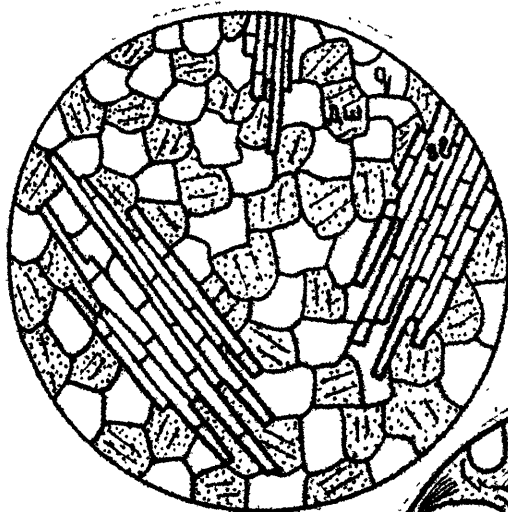
Силлиманит A_0 -фацияда жартылай, кейде түгелдей муллит пен кристобалитке айналады:



Бухиттер қара түсті және сияқты жыныстар. Олар негізі шыныдан тұрады, құрамында кристобалит, тішмидит, муллит, шпинель, кордиерит кездеседі. Мұндай жыныстар пирометаморфизмде /жерасты кемірінің жануынан/ кейбір жыныстардың балқуынан пайда болады. Бухиттер базальт лавасындағы күмтастардың /202- сурет/, алевролиттердің, аргиллиттердің ксенолиттерінен де пайда болады.

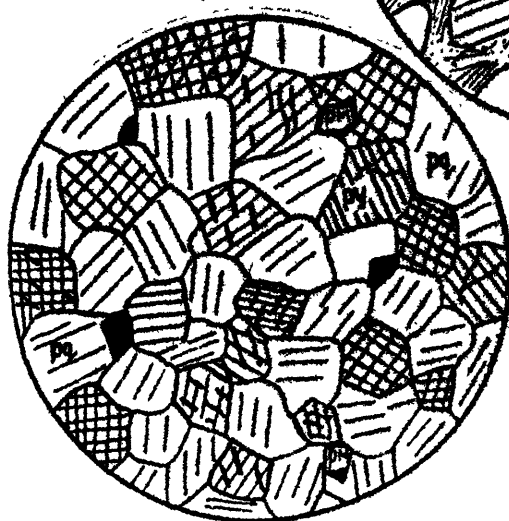
Метабазиттік роговиктер

Альбит-эпидотты роговиктер қара, жасыл сұр, ұсақ түйірлі шомбал жыныс. Структурасы микрогробластық, микролепидогранобластық, көбінесе реалитілік - бастапқы жыныстың текстура-структуралық белгілері жақсы сақталған болып келеді. Негізгі минералдары актинолит, хлорит, эпидот, альбит, серицит. Бұл роговиктер A_2 -фация жағдайында метабазиттер, яғни граувактар, мергельдер, орта және негізді эффузивтік пен пирокластық жыныстар бойынша қалыптасады. Ассекті жыныстар бойынша пайда болған роговиктердің структурасы бластокластық, ал эффузивтер бойынша роговиктердікі бластопорфирді, бластобадамтасты болып келеді. Бастапқы жыныстағы плагиокластар альбит, эпидот, цоизит, агрегатына, фемалық минералдар актинолит, эпидот, хлорит агрегатына айналған. Егер бастапқы жыныста шыны болса, ол хлорит, альбит, серицит агрегатына айналады.



206-сурет: Сильманит-дала
шпатти роговик, структура
порфиробластик, арқау
микроранобластик.
Көз аясы 3 мм

207-сурет. Бухит, структура-
сы бластопсамиттік.
Көз аясы 3 мм

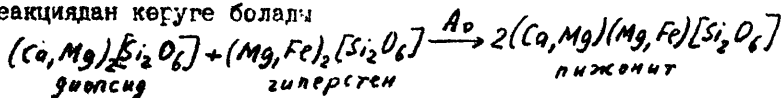


208-сурет. Пироксенді роговик,
структура роговиктік.
Көз аясы 3 мм

Горнбленділі роговики тигыз қара, жасылдау қара түсті орта плагиоклазбен горнблендтен тұратын жыныстар,. Олар метабазиттер бойынша A_2 - фацияда қалыптасады. Структурасы гранобластық, нематогранобластық, порфиробластық, кейде реликтілік болады. Порфиробластар горнбленд болып келеді. Жыныста биотит, кейде кордиерит кездеседі. A_2 - фация жағдайында альбит пен цоизит орта плагиоклазға актинолит горнблендке айналады.

Пироксенді роговики шомбал текстуралы, қара түсті нағыз роговики болып саналады. Олардың структурасы роого-виктік, құрамы плагиоклаз бен пироксендік болады /208- сурет/. Плагиоклаз негізді, кейде орта, ал пироксен диопсид не гиперстен болып келеді, кейде екі пироксен де бірге кездеседі. Бұл роговикилерде кейдеgrossулар мен кордиерит кездеседі. Соңғы минерал мергель мен граувакк бойынша қалыптасқан роговикилерге тән.

Пижониттік роговики ффузивтердегі ксенолит пен субвулкандық интрузия жапсарларында кездеседі. Тектуралық, структуралық белгілері бойынша олар пироксенді роговикилерге ұқсас келеді, тек оларда диопсид пен гиперстеннің орнына пижонит болады. A_0 - фацияда пижониттің пайда болуын мына реакциядан көруге болады



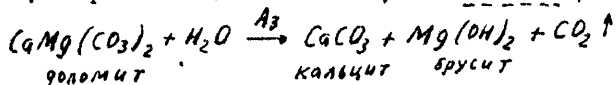
Пижонитті роговикилерде кейде монтицеллит пен кристобалит кездеседі. Олардың қалыптасуына былай түсіндіруге болады:



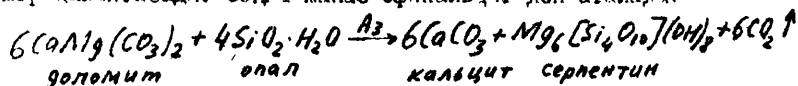
Метакарбонаттық роговикилер

Мраморлар актан қара түске дейін, әртүрлі ренді болып келеді. Жапсар-термалық метаморфизмнің мраморлары шомбал, реликті/жолак текстуралы, кейде таңдақ, өрнекті де болып келеді. Структурасы гранобластық, гетеробластық, лепидогранобластық, нематогранобластық, покилобластық болады.

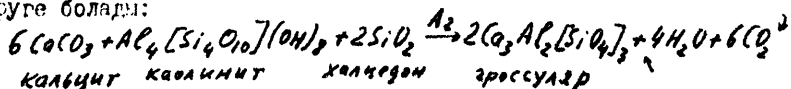
Мрамордың интрузияға жақындаған сайын түбірлерінің ірілігі өседі. Мрамордың құрамы метаморфизмнің температурасы мен бастапқы карбонатты жыныстағы қоспа минералдарға байланысты. Төмен температура /Аз-фация/ мрамор кальциттен, доломиттен тұрады. Бастапқы қоспа минералдарға байланысты мұндай мраморларда тальк, серпентит, мусковит, хлорит, актинолит, серпентин, тремолит, брусит, кварц кездеседі. Бруситті мраморты преаццит /208- сурет/ деп, егер ол жыныста көп болса, оны пенкитит деп атайды:



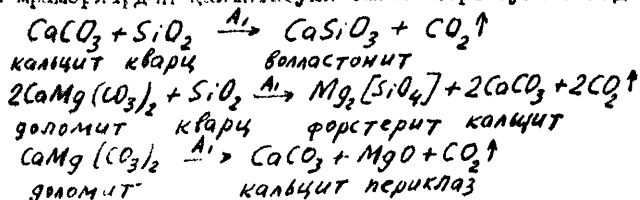
Егер бастапқы жыныс кремнийлі доломит болса, онда темен температурада /А₂- фация/ талькті не серпентінді мрамор қалыптасады. Соңғы жыныс офикальцит деп аталады:

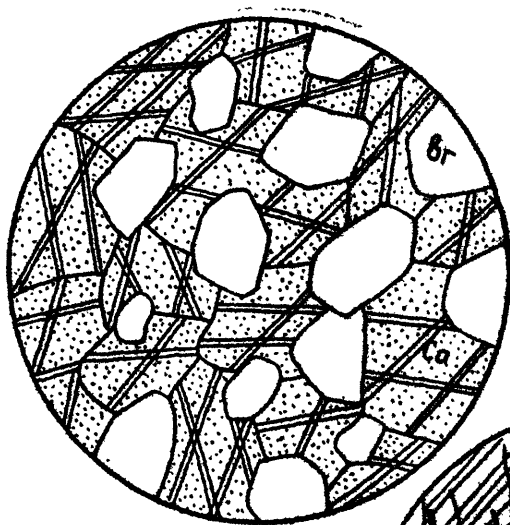


Орта температуралы /А₂- фация/ мрамор кальциттен кейде доломиттен тұрады. Олардаgrossуляр, диопсид, көзлесуі мүмкін. Мұндай мраморлар кальцифир /210- сурет/ деп аталады. Осы құрамды мраморлардың қалыптасуына реакциялардан көруге болады:



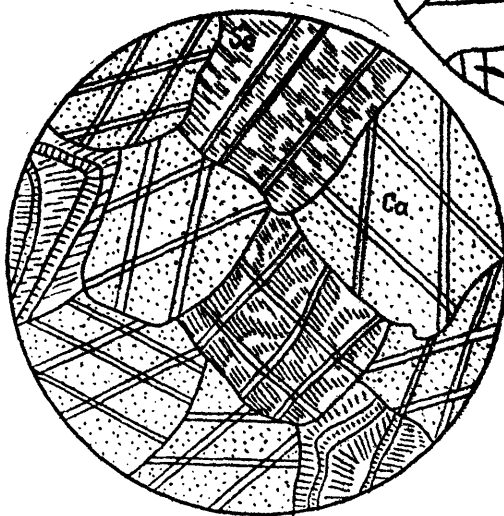
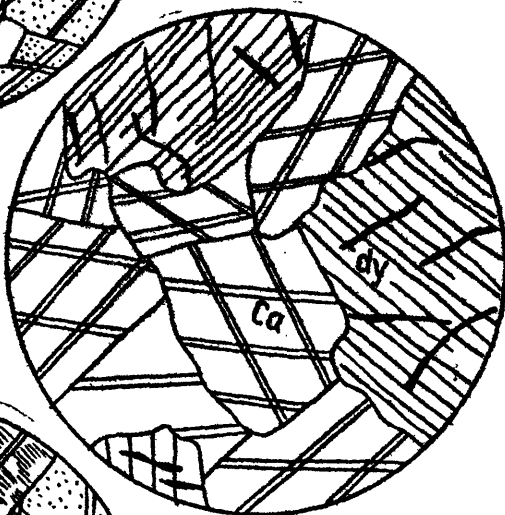
Жоғары температуралы мраморлар тек кальцит құрамды болды. Оларда периклаз, волластонит, форстерит кездесуі мүмкін. Форстеритті мрамор су ерітінділерінің әсерінен офикальцитке /211- сурет/ айналып кетеді. Жоғары температура- туралы мраморлардың қалыптасуын былай көрсетуге болады:





209-сурет. Предакит,
структурасы гетерогранобластик
Көз аясы 3 мм

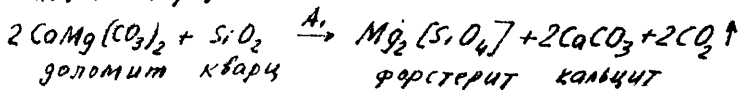
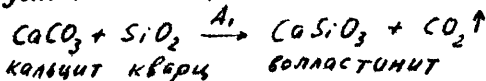
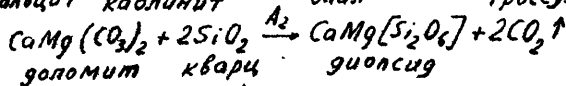
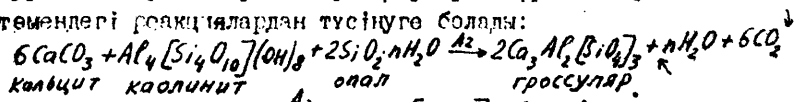
210-сурет. Кальцифир,
структурасы гранобластик.
Көз аясы 5 мм

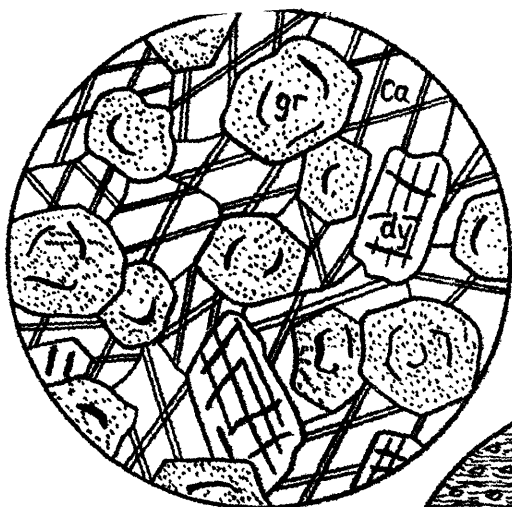


211-сурет. Офикальцит,
Көз аясы 3 мм

Скарноидтағи сұттай да және минералдық құрамы бойынша да скарноидтарға өте ұқсас жыныстар. Олар гранаттан, пироксеннен, вилластониттен, форстериттен тұрады. Түстері құрамына қарай әрқилы болуы мүмкін, текстурасы шомбал, структурасы, гранобластық /212-сурет/. болады. Скарноидтардың метасоматолық скарноидтардан айырмашылығы олар кремний-карбонатты және мұғдалдық жыныстардың жапсар-термалық өзгеруінен пайда болады. Сондықтан оларға біркелкі гранобластық структура, полиминералды құрам тән және оларда зоналық болмайды. Ал егер скарноид болса, олар аз минералдардан тұрады, себебі метасоматолық процесс әуеақитті барынша толық тепе-теңдікке ұмтылады. Скарноид бірнеше сатылы метасоматоз процесінде қалыптасқанынан, оларға әрқилы түрлілігі структура және бір минерал бойынша екінші /яғни гистерогенді/ минералдың дамуы тән. Оған басқа айырмашылық-ол пироксен мен гранаттың құрамы: скарноидтарда гранатgrossular, пироксен diopside болып келеді, ал скарноидтарда гранат grossular-андрадит, пироксен diopside-геденбергит болып келеді және скарноидтардың әр зонасында олардың құрамы өзгеріп отырады. Мұның себебі скарноидтың ерітіндісін жылжу кезінде қоршаған жыныстармен әрекеттесу құрамының өзгеріп отыруы. Скарноидта тек қана интрузиямен жапсарлас орналасады, ал скарноид болса ерітінділердің таңалуына байланысты интрузиядан қалық та орналасуы мүмкін.

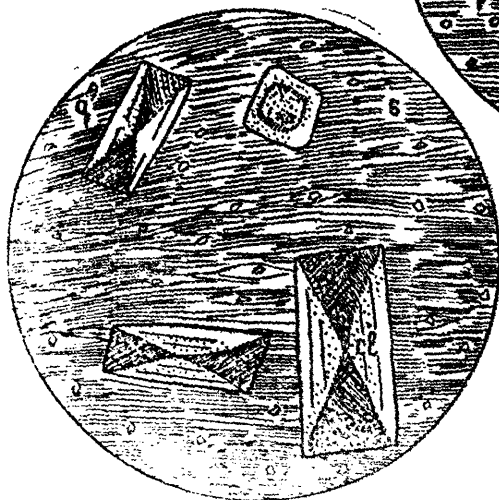
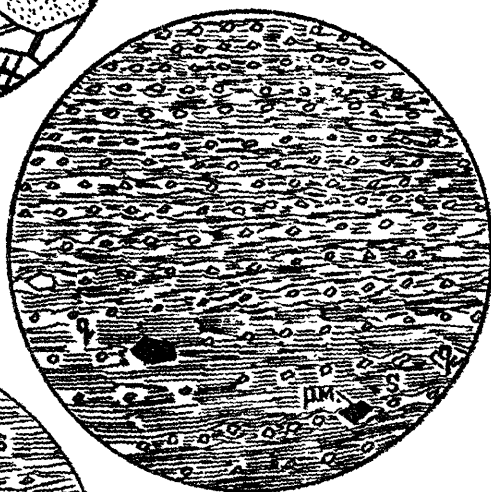
Бастапқы жыныстың құрамы мен метаморфизмнің температура-сына қарай скарноидтардың әртүрлі құрамы болуы мына төмендегі реакциялардан түсінуге болады:





212-сурет. Диопсид-
гроссуляри скарноид.
Структурасы гранобластик,
Көз аясы 5 мм

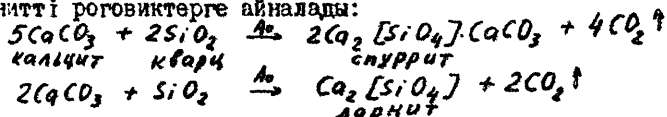
213-сурет. Филлит,
структурасы бластоидеэропе.
литтік. Көз аясы 2,5



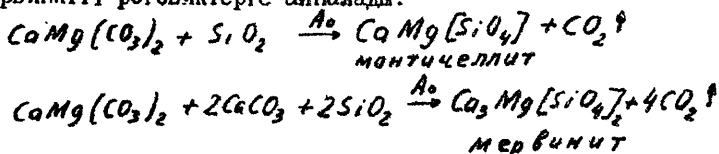
214-сурет. Хлоритоидты
тактатас, структурасы порфиро
бластик, ардауи микролепидо-
бластик. Көз аясы 2,5 мм

Спуритті, ларнитті, мервинитті роговиктер. Бұл роговиктер өте жоғары температурада / Ао-фация/ кремний-карбонатты жыныстардың жапсарлық метаморфизмінде қалыптасады. Мұндай жағдай гипабиссалдық интрузиялар жапсарларында, лавадағы ксенолиттерде болады.

Ао - фация жағдайында кремнийлі ізбестастар температураға және жыныстағы кремнеземнің мөлшеріне қарай спуритті, не ларнитті роговиктерге айналады:



Кремнийлі карбонаттар Ао-фация жағдайында кальцит пен доломиттің мөлшері қатысына және температураға қарай монтицелитті не мервинитті роговиктерге айналады:



АЙМАҚТЫҚ МЕТАМОРФИЗМ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖЫНЫСТАРЫ

Аймақтық метаморфизм Жер қыртысының қозғалмалы белдеулерінде болып, үлкен аудандарды қамтиды. Оның басты факторлары температура мен қысым, сондықтан оны динамотермалық метаморфизм деп те атайды. Аймақтық метаморфизмде су мен көмір қышқылының орны өте зор болады, олар химиялық реакциялардың жүруіне жәрдем жасайды. Бұл процесте метасоматикалық күбылыс та орын алады, бірақ та химиялық компоненттер метаморфизм зонасынан тыс кетпейді, олар шенеулі ауданда ғана қайта таралады. Сондықтан аймақтық метаморфизм жалпы изохимиялық процеске катады. Бірақ та, кейбір жағдайда метаморфтолған жыныстардың химиялық құрамы кенәулі ауданда ғана емес, үлкен аймақтар бойынша да өзгереді. Сондықтан мұндай сәтсіздіктерді көрсету үшін "аллохимиялық метаморфизм" деген термин енгізіледі. Аллохимиялық метаморфизмге ең алдымен калий, натрий, кальций сияқты күшті негіздердің мөлшері

өзгереді.

Қатпарлы белдеулердің алғашқы даму сатысында метаморфталатын жыныстарда кальций азайып, сілтілер көбейеді. Мұнда флюидтер натрийлы болады, сондықтан метабазиттер бойынша бұл сатыда температура мен қысымға байланысты жасыл тақтатастар, амфиболиттер, көгілдір, тақтатастар қалыптасады.

Қатпарлы белдеулердің орогендік дамуына метаморфтық өзгерістер кальцийдің, магнийдің, кейде темірдің кетуімен, сілтілердің, негізінен калийдің, келуімен байланысты болады. Бұл жағдайда флюидтердің тотығуы күшейіп, CO_2 мен H_2O ролі өседі. Осының салдарынан терең зоналарда флюидтердің дебазификациялық әсері күшейіп, жыныстардың тығыздығы төмендейді. Содан барып қатпарлы белдеулер көтеріліп, гранит-гнейс кешендері қалыптасады.

Аймақтық метаморфизм тудыратын себептер жайында бірнеше жорамалдар бар. Олардың ішіндегі бір-біріне қарама-қарсы екі болжамға тоқталамыз. Н.Г.Судовиковтың ойы бойынша аймақтық метаморфизм геосинхликалдық вулканинді-шөгінді жыныстардың тереңге батуды тудыратын тектоникалық қозғалыстарға байланысты. Осындай батудың нәтижесінде Жер бетінде қалыптасқан жыныстар тереңде қызу мен қысыммен әсерінен қайта кристалданып өзгереді.

Д.С. Коржинский мен Ю.А. Кузнецов бойынша аймақтық метаморфизм батуды емес, жоғары көтеретін тектоникалық қозғалыстармен байланысты. Мұндай қозғалыстар метаморфизмге себепші болатын магманың және термалық ерітінділердің көтерілуін де туғызады /Маракушев т.б., 1981/.

Аймақтық метаморфизм процесінің бағытына қарай үдемелі және кері болады. Үдемелі метаморфизм температура мен қысыммен өсуімен байланысты. Сондықтан бұл метаморфизмде процесс жүрген сайын жаңадан жоғары температуралы минералдар пайда болып отырады. В.С.Соболевтің әсірттеуіне қарағанда үдемелі метаморфизм процесі 300°C -тан 1000°C аралығында, ал қысым 3-4 мыңнан 20-25 мың атм. аралығында болады. Үдемелі метаморфизмде тақтатастар, кварциттер, мраморлар, амфиболиттер,

гнейстер, гранулиттер, эклогиттер қалыптасады.

Кері /ретроградты/ метаморфизмде жоғары температурада өзгерген жыныстар енді төмен температура жағдайында өзгереді, яғни жоғары температуралы минералдық парагенезистер төмен температуралы парагенезистерге ауысады. Мұндай процеске себеп температура мен қысымның төмендеуі мен су ерітінділерінің қатысу болады. Егер жоғары дәрежелі метаморфталған жыныстар тектоникалық қозғалыстардың салдарынан төмен температура мен қысым жағдайына түсіп, су ерітінділерінің әсеріне кезігетін болса, онда оларда қайтадан метаморфизм орын алады. Мұндай өзгерісті диафторез /грек. диафтора - қирату/ -- деп атайды.

Диафторез бен кері метаморфизмде экзотермалық гидраттану мен карбонаттану процесі жүріп, жаңадан төмен температуралық минералдар ассоциациясы пайда болады. Мысалы, гранат биотитке, не хлоритке, серицитке, моноклиндік пироксендер горнблендке, актинолитке, хлоритке, кианит, андалузит, силлиманит, мусковит пен серицитке, негізді плагиоклаздар альбитке айналады.

Кері метаморфизм мен диафторез жүру үшін қысым мен температура төмендеумен бірге ерітінділер қатысуы керек, әйтпесе олсыз процесс өте баяу жүреді, немесе жүрмейді де. Себебі метаморфталған жыныстарда ұшта және су компоненттер аз болады, не болмайды да. Сондықтан диафториттерде жаңадан пайда болған төмен температуралы минералдармен бірге жоғары температуралы минералдар да кездеседі. Жалпы табиғатта үдемелі метаморфизм жыныстарына қарағанда диафториттер сирек кездеседі.

Ультраметаморфизм. Аймақтық метаморфизмде белгілі бір физика-химиялық жағдайда ерекше бір процестер орын алады, оларды ультраметаморфизм /ультра-өте, аса/ деп атайды. Ультраметаморфизм процесіне мыналар жатады: мигматиттену, анатексис, палингенез, граниттену.

Мигматиттену /грек. мигма - қоспа/ деп құрамы аралас жыныстардың мигматиттердің қалыптасуын айтады. Олар желі, лентра және басқа пішінді кварц-далашпатты бөліктер мен ме-

таморфтық субстраттан тұрады. Мигматиттер әртүрлі жолдармен /инъекция, балку, метасоматоз, т.б./ қалыптасуы мүмкін.

Анатексис /грек. ана - жоғары дәрежеде, тексис - балку/ деп метаморфталған жыныстан құрамның 1/3 кварцтан, 2/3 далашпаттарынан тұратын төмен температуралы сұйықтың /гранит эвтектикалы балқыманы/ іріктеліп балқып шығуын айтады. Мұндай балқымалар әртүрлі жыныстардан пайда болады.

Г.В.Винклердің эксперименттеріне қанағанда гнейстерден 95% - ке дейін, граувактардан 70% - ке дейін граниттік балқыма шығады. Олардың пайда болу температурасы 700-800°C шамасы болады.

Палингенез /палин - қайта, генезис - туу/ деп метаморфталған жыныстардың түгелдей балқуын айтады. Ссыңдай жолмен кейбір граниттік магмалар пайда болады. Егер гранит құрамды жыныстар негізді магма әсерінен /метамасина аталса, ол процесті реоморфизм /грек. реос - ағын, морфе - пішін/ дейді.

Граниттену деп кез келген жыныстың химиялық, минералдық құрамның өзгеріп гранитке айналуын айтады. Граниттену жөнінде әртүрлі пікірлер бар. Н.П.Сулович /1934/, Ч.Тернер мен Ферхуген /1931/ граниттенуді метасоматикалық процес деп түсінеді. Олар бойынша граниттену ерітіндімен K, Na, Si -гін келіп, Ca, Mg, Fe -дін кетіп, метаморфталатын жыныстың қатты күйінде магмаға айнаlmай өзгеруі. Мұндай пікірге мынадай фактілер қайшы келеді: біріншіден, граниттердің құрамы көп минералды келеді, ал метасоматоз процесі болса әр уақытта тепе-теңдікке тырысады, сондықтан ол процесте аз минералды не бір минералды жыныстар қалыптасады; екіншіден, граниттер үлкен көлемді алып жатса да, минералдық құрам тұрақты келеді, ал метасоматиттердің құрылысы зоналы келіп, құрамы өзгермелі болады.

Д.С.Коржинскийдің пікірі бойынша граниттену магмалық орын басу процесі болып табылады. Бұл болжам бойынша гранит қалыптасқанда міндетті түрде магмалық сатыдан өтеді. Осылайша метаморфталудың себебі химиялық компоненттердің ағыны, яғни трансмагмалық /магма арқылы өтетін/ ерітінділер болып саналады. Мұндай ерітінділер магма арқылы кө-

теріліп, ұша компоненттерге, әсіресе суга байып, одан әрі жылжымалы болады. Сондықтан олар жыныстағы жарықшалармен бірге түйір аралықтары бойынша да снай жылжи бастайды. Осындай ерітінділінін әсерінен *K, Na, Si-дің келін, Ca, Mg, Fe-дің* кетуінен метаморфталған жыныс құрамы жағынан граниттік эвтекикаға жақындайды. Егер ары қарай ыстық ерітінділер әсер ете беретін болса, онда бұл процесс граниттік магманың қалыптасуымен аяқталады. Магманың қоршаған жыныстағға қарағанда тығыздығының төмен болуына байланысты, ол жоғары қарай жылжит, жол-жөнекей айналасындағы жыныстардың граниттеуіне әсер етеді. Трансмгмалық ерітінділердің жоғары қарай көтерілуімен метасоматоз бен балку процесі де алға қарай жылжит, гранит көліптес жыныстар мен мигматиттер пайда болады. Н.А. Бузнецовтың пікірі бойынша осындай ерітінділердің көзі мантия боп саналады, сондықтан оларды интрателлулық ерітінділер деп атайды.

Н.А.Елисеев /1953/ граниттенуді метасоматикалық процесс емес, ол граниттік магманың сұрыпталып балкуы деп түсіндіреді. Снай балкитын қорытқалардың көп компонентті реттерден осылайша сұрыпталып балкуы табиғатта шын орын алатын процесс. Ол туралы жоғарыда /анатексис туралы қара/ айтылған.

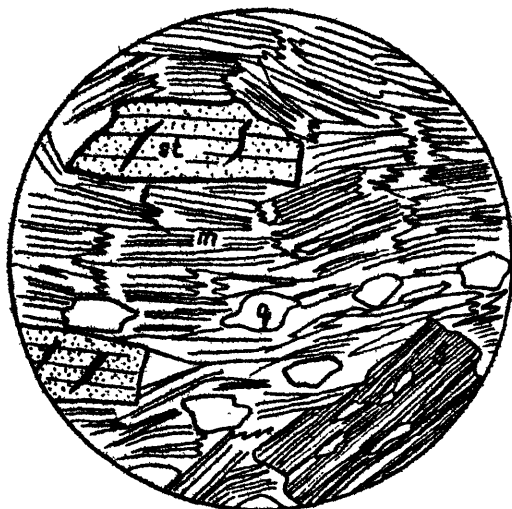
Жоғарыда айтылғандағы қорға келгенде мынадай тұжырым жасауға болады: граниттер әртүрлі магмалық, анатексис, палингенез, метасоматоз, магмалық орын басу жолдармен қалыптасалы.

Аймақтық метаморфизм жыныстарын жіктеу екі принципке негізделген: 1/ бастапқы жыныстардың химиялық құрамы, 2/ метаморфизмнің термодинамикалық жағдайы. Осы бойынша 18-кестеде аймақтық метаморфизм жыныстарының жүйені берілген.

18-кесте

Аймақтық метаморфизм жыныстары

метаморфизм фациялары	метапеллиттер	метабазиттер	метакарбонатолиттер	метасилиттер
Б ₄	Силлиттер Перфидоидтар	Жасыл тақта- тастар Пофидитоидтар	Мәрмәрлар Силикатты- карбонатты тақтатастар	Кварцит- тер



215-сурет. Ставролит-қос слюдалы тақтатаас, структурасы порфиро-
бластық, арқау лепидобластық. Көз аясы 5 мм



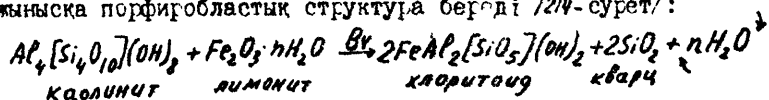
216-сурет. Гранат-биотитті гнейс, структурасы лепидогранобластық.
Көз аясы 5 мм

B ₃	Кристалдық слодалы/ тактатастар	Эпидотты амфиболиттер	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
B ₂	Кристалдық тактатастар Гнейстер Мигматиттер	Амфиболиттер	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
B ₁	Қышқыл грану- литтер	Негізді гранулиттер	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
C ₄	Жадейт-глау- кофан-мусс- витті /сегі- цитті /тақта- тастар	Көгілдір тактатастар	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
C ₃	Кианит-слодалы тактатастар	Көгілдір тактатастар	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
C ₂	Кианитті гнейстер	Кианитті амфиболиттер	Мәрмәрлер Силикатты- карбонатты тактатастар	Гварциттер
C ₁		Эклогиттер		

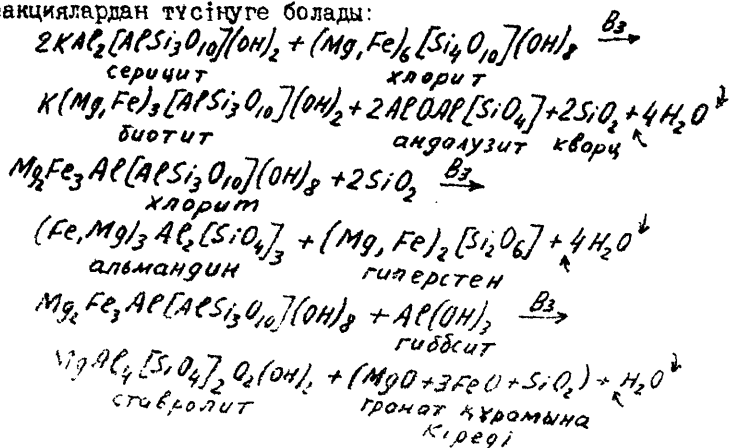
Метамелиттік жыныстар

Филлиттер сазтастар мен кесекті - сазды жыныстардың аймақтық метаморфизмнің төмен температуралық жағдайында өзгеруімен қалыптасады. Сларға жұқа тактатастық, бүрме тактатастық текстура, майда түйірлік тән. Тактатастық беттері жібек тәрізді жылтыр келеді. Структурасы реликтілік /213- сурет/ микрореликтылық, микрогранулолитобластық болады. Түсі сұрдан қызылға дейін, кейде жасылдау, қоңырлау келеді. Гематиті бар филлиттер қызғылт-қоңыр келеді. Филлиттер

негізінен серицит пен кварцтан тұрады, аздап хлорит, альбит, карбонаттар кездеседі. Температура жоғарылаған сайын минералдардың түйірлері үлкейе бастайды, текстура жолақты болады, ал жыныстың өзі ашық түсті болып, серицитті, кварц-серицитті, хлоритоид - серицитті тақтатасқа айналады. Хлоритоид-серицитті тақтатаста хлоритоид ірі түйірлер түзіп, жынысқа порфиробластық структура береді /214-сурет/:



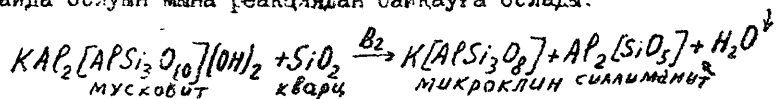
Кристалдық тақтатастар орта дәрежелі метаморфизмде /В₃-фация/ қалыптасады. Олар көбінесе ашық түсті тақтатасты жая жыныс боп келеді. Структурасы орта-ірі кристалды лепидобластық, гранолепидобластық, порфиробластық, пойкило-порфиробластық болып келеді. Оларда бастапқы метapelиттердің текстуралық-структуралық белгілері нашар сақталады. Кристалдық тақтатастардың басты минералдары слюдалар — мусковит пен биотит болады, едәуір шамада кварц кездеседі. Кристалдық тақтатастарда кордиерит, гранат /альмандин/ ставролит, андалузит /В₃-фация/, силлиманит /В₂-фация/ сияқты минералдардың болуы да тән. Бұл жыныстардың түрлері минералдық құрамы бойынша бөлінеді. Мысалы, мусковитті, қос слюдалы /биотит-мусковитті/, кварц-мусковитті, гранат ставролит-мусковитті, ставролит - қос слюдалы /215-сурет/, силлиманит-гранат-мусковитті және басқа да тақтатастар. Соындағы кейбір минералдардың пайда болуын мына төмендегі реакциялардан түсінуге болады:



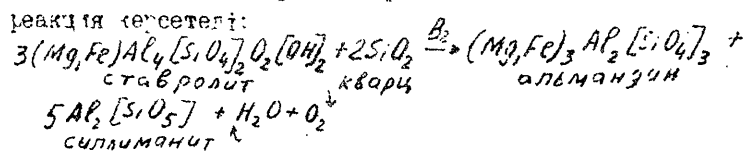
Гнейстер аймақтық метаморфизмнің жоғары сатысында/B₂/ шегінде, магмалық та метапелиттердің өлгеруінен пайда болады. Гнейстер негізінен ашық түсті жыныс, кейде сұр түрі де кездеседі. Олардың ең басты минералы дала шпаттары болады. Олар микроклин мен олигоклаз, кейде андезин болып келеді. Кварц көбінесе гнейстерде едәуір кездеседі, тек диорит-гнейс пен сиенит-гнейсте болмайлы, немесе аз болады. Гнейстерде фемалық минералдар биотит^{дн}, кейде горнбленд не пироксен боп келеді. Гнейстерде гранат /альмандин/, ставролит, андалузит, силлиманит, кордиерит сияқты минералдар да кездеседі. Гнейстердің түрлері минералдық құрамы бойынша бөлінеді. Мысалы, плагиогнейс, микроклинді гнейс, биотитті, гранат-биотитті /2/6 - сурет/, кордиеритті және т.б. гнейстер. Олардың текстурасы тақтатасты, шомбал, жолақты, көзілдірікті болып келеді. Структурасы гранобластық лепидогранобластық, гетеробластық, порфиробластық болады.

Магмалық жыныстар бойынша болған гнейстерді ортогнейстер деп, ал шөгінді жыныстар бойыншаларды парагнейстер деп атайды. Оларды бір-бірінен ажырату оңайға түспейді. Парагнейстерге шөгінді жыныстардың, ортогнейстерге магмалық жыныстардың жату пішіні тән. Парагнейстер ортогнейстерге қарағанда ұсақ түйірлі, тектурасы жолақ, тақтатасты боп келеді. Олардың минералдық құрамының мөлшері магмалық жыныстардан асып келеді, құрамында жоғары алюминийлі минералдар силлиманит, кордиерит, альмандин жиі кездеседі, акцессорлық минералдар бастапқы шөгіндідегі жұмырланған пішінін сақтап қалады. Ортогнейстерде жоғары алюминийлі минералдар кездеспейді, не өте аз болады, ал акцессорлық минералдар дұрыс пішінді болып келеді.

Гнейстердің басты минералы боп табылатын микроклиннің пайда болуы мына реакциядан байқауға болады:



вазгы гнейстерде ставролит кездеспейді, оны мына



Мигматиттер /грек. мигма - қоспа/ құрамы, құрылысы жағынан күрделі келеді. Олар кварц-далашпатты окшау агрегат пен метаморфтық субстраттан тұрады. Кварц-далашпатты агрегатты лейкосома дейді, ол құрамы жағынан гранітке сәйкес келеді. Метаморфтық субстратты палесома дейді, ол гнейс пен амфиболитке жақын келеді. Лейсома мен палесомалардың өзара қатынасы бойынша мигматиттердің ішінен бірнеше түрі бөлінеді. Оларға жататындар: артериттер, бүрме мигматиттер, птигматиттер, диктиониттер, агматиттер, небулиттер.

Артериттерде /грек. артерия - желі/ лейсома мен палесомалар қабаттар сияқты бір-біріне қатар орналасады /217-сурет/. Оларды қабаттық не инъекциялық мигматиттер деп те атайды.

Бүрме мигматиттерде /218-сурет/ лейсома мен палесома-лар ұсақ қатпарлар болып бүгілген.

Птигматиттерде /грек. птигма - қатпар/ лейкосомалар ирек-ирек пішінді /219 - сурет/ болады.

Диктиониттерде /220- сурет/ лейкосомалар бұтақ тәрізді желілер болып келеді. Сондықтан оларды бұтақты мигматиттер деп те атайды.

Агматиттерде /грек. агматос - сынық/ субстрат ірі көсектер /жөңдер/ болып келеді, ал лейсома олардың аралығында орналасады /221 - сурет/. Мұндай жыныстарды жөң мигматиттер деп те атайды.

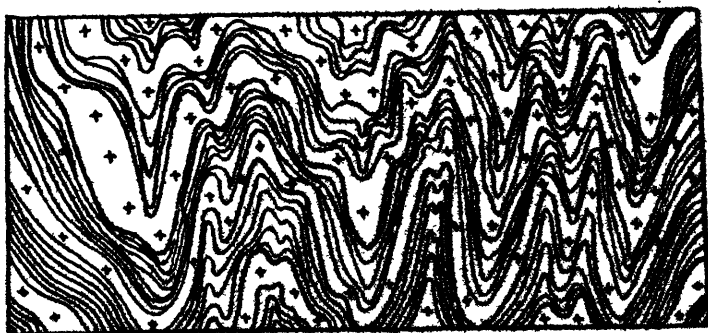
Небулиттерде /лат. небула - тұман/ субстрат пен граниттік материалдың айырмасы жоғалып, бастапқы жыныстың шамалы ізі ғана байқалады /222 - сурет/.

Мигматиттердің қалыптасуы әртүрлі жолдармен болуы мүмкін. Олар магманың қоршаған метаморфтық жыныстарға енуінен, анатектік балку нәтижесінде, кремний-сілтілі метасоматоз процесінен, қатты күйде жүретін диффузия әсерінен пайда болады.

Қышқыл гранулиттер метapelиттердің аймақтық метаморфизмде ең жоғары температурасында /В₂-фақияда/ қалыптасады. Сондықтан оларда слюдалар, амфиболдар сияқты құрамында суы бар минералдар кездеспейді, не кездессе өте аз мөлшерде



217-сурет. Артерит.



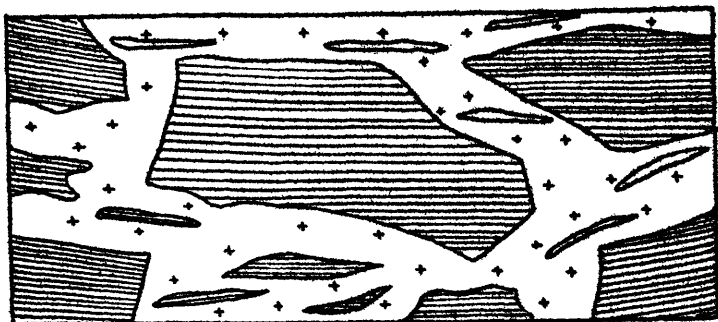
218-сурет. Бұрыс /қатпарлы/ ишғнатит.



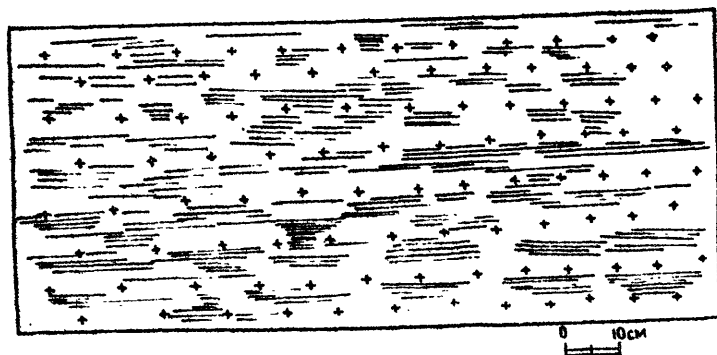
219-сурет. Птигматит.



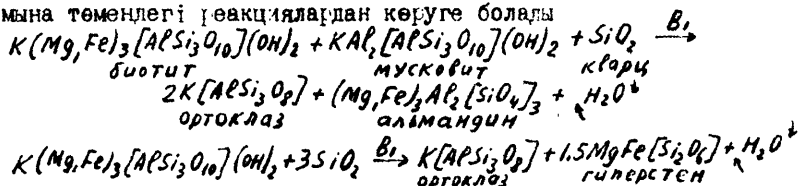
220-сурет. Диктионит.



221-сурет. Агматит.



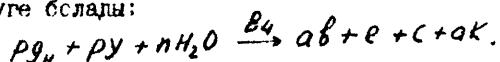
болады. Қышқыл гранулиттер негізінен ортоклаз, плагиоклаз /олигоклаз, андезин/, кварцтан тұрады. Олардың құрамында аздап гранат /альданди-пироп/, гиперстен, диопсид, силлиманит, кордиерит те кездеседі. Гиперстен пен диопсидке қарап қышқыл гранулиттерді қос пироксенді гнейс деп те атайды. Гранулиттердің басты минералдарының пайда болуын мына төмендегі реакциялардан көруге болады



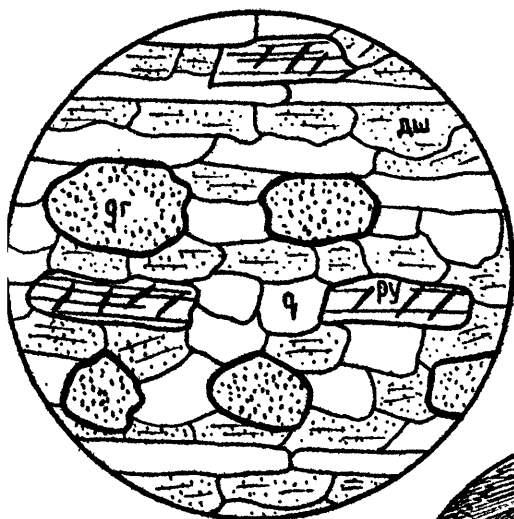
Қышқыл гранулиттер ашық түсті, шомбал, кейде жолақты не аздап тақтатасты текстуралы болады. Структурасы ұсақ кристалды панобластық, гетеробластық келеді. Оларда кварц көбінесе табақ пішіндес келеді /223 - сурет/.

Метабазиттік жыныстар

Жасыл тақтатастар негізді және орта эффузив жыныстар мен олардың туфтарының, мергельдер мен ғұаувак құрамды кесекті жыныстардың төмен температурала / B_4 -фация/ аймақтық метаморфизмінен қалыптасады. Олардың текстурасы тақтастық, структурасы ұсақ түйірліден ірі түйірліге дейін, реликтілік, гетеробластық, гранолепилобластық, гранснематобластық, фибробластық болады. Жасыл тақтатастардың басты минералдары хлорит, актинолит, альбит, эпидот, пумпеллит, серицит, кальцит болады. Олар негізінен көп минералды, кейде бір минералды болады. Жасыл тақтатастардың түрлері минералдық құрамы бойынша бөлінеді. Мысалы, хлоритті, актинолитті, альбит-хлоритті /224 - сурет/ және т.б. тақтатастар. Негізді жыныстардың B_4 -фация жағдайында өзгеруін мыналай өтіп көрсетуге болады:

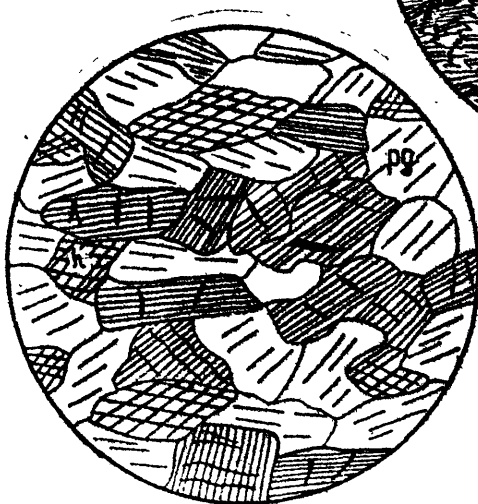


Амфиболиттер аймақтық метаморфизмнің орта / B_3 -фациясы/



223-сурет. Кышкыл гранулит,
структурасы гетеробластык.
Көз аясы 2,5 мм

224-сурет. Альбит-хлоритті
тақтатас, структурасы немато-
лепидобластык. Көз аясы 5 мм

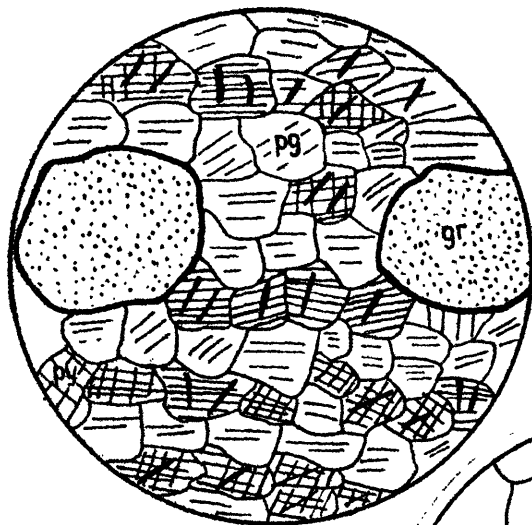


225-сурет. Амфиболит;
структурасы гранобластык.
Көз аясы 5 мм

және жоғары температуралық / B_2 - фация/ жағдайында негізді және орта магмалық жыныстардың, олардың туфтарының, мергельдердің, гравияктардың қайта кристалдануынан пайда болаағы. Амфиболиттер негізінен плагиоклаз бен горнблендтен /225-сурет/ тұрады. Оларда горнбленд 35% - тен кем болмайды. Амфиболиттерде қосымша минерал ретінде пироксендер, биотит, калишпат, гранат, кварц, эпидот кездеседі. Осы минералдар бойынша амфиболиттердің түрлері бөлінеді: эпидотты, цолаитті, кварцты, гранатты, т.б. амфиболиттер. Эпидотты амфиболиттер орта температурада / B_3 - фация/ қалыптасады, олар температура төмендегенде жасыл тақтатастарға айналады. Эпидотты амфиболиттерде плагиоклаз 10-30 нөмірлі болады. Температура жоғарылаған сайын эпидоттың мөлшері азайып, плагиоклаздың негізділігі өседі. B_3 - фацияда амфиболитте плагиоклаз андезин боп келеді. Температура одан ары жоғарылағанда амфиболитте гранат, пироксен пайда бола бастайды. Магмалық жыныстар бойынша қалыптасқан түрін ортоамфиболит, шөгінді бойыншаны параамфиболит деп атайды.

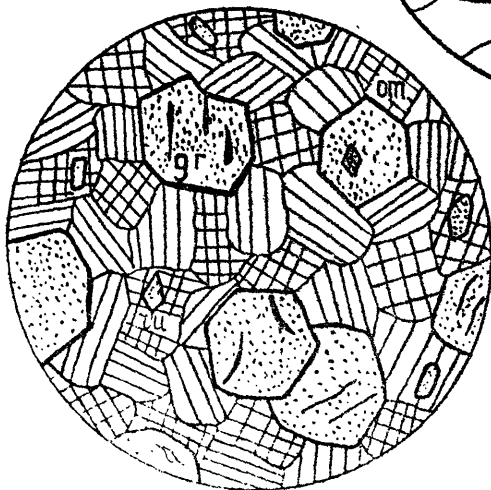
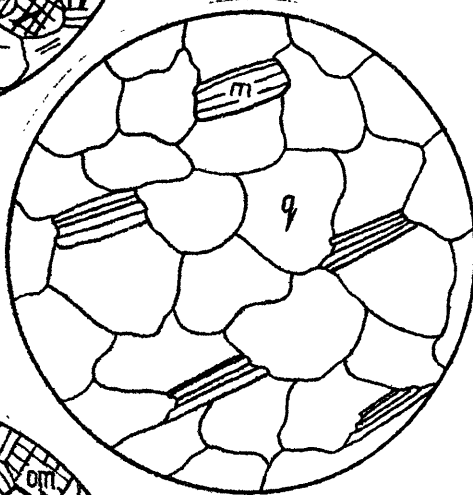
Амфиболиттердің текстурасы шомбал, жолақ, тақтатастық, болады. Сонғы түрін амфиболиттік тақтатастар деп атайды. Структурасы орта кристаллы, гранобластық, транснематобластық нематобластық порфиробластық, реликтілік боп келеді. Сонғысы орта температуралы / B_3 -фация/ амфиболиттерге тән.

Негізді гранулиттер метабазиттердің аймақтық метаморфизмнің ең жоғарғы температурада өзгеруінен қалыптасады. Олар қара түсті келеді, структурасы гранобласты болады, негізінен плагиоклаз, гиперстен, диопсид, гранаттан /226-сурет/ тұрады. Гранулиттерге рутилдің қатысуы да тән. Тектурасы шомбал, кейде жолақ келеді. Жыныстың жолақтығы көбінесе қалықтық боп келеді, кейде пироксен мен плагиоклаз жынықтығының метаморфтық сегрегациясынан да болуы мүмкін. Плагиоклаз жыныста андезин не лабрадор боп келеді. Басқа да метаморфтық жыныстардағыдай онда полисинтетикалық егіздіктер кездеспейді, пішіні изометриялы болып келеді. Гранат жыныста альмандин болып келеді. Оның құрамында пироп молекуласы ереуі болады.



226-сурет. Негізді гранулит
текстурасы жалақ, структурасы
гетерогранобласттық.
Көз аясы 2,5 мм

227-сурет. Мусковитті
кварцит, структурасы
лепидогранобласттық.
Көз аясы 5 мм



228-сурет. Эклигит, структура-
сы гранобласттық. Көз аясы 5 мм

Метакарбонаттық жыныстар

Мәрмәрлау әктас пен доломиттің жапсар-термалық та, аймақтық метаморфизмде де қалыптасады. Олардың басты минералы кальцит пен доломит болады. Метаморфизмнің қарқындына қарай мәрмәрдің структурасы ұсақ түйірлі гетеробластықтан /төмен дәрежелі метаморфизмде/ ірі түйірлі гомеобластыққа /жоғары дәрежелі метаморфизм/ дейін болады. Басқа минералдардың қатысуына қарай олардың структурасы нематогранобластық, фиброгранобластық, лепидогранобластық, пойкилобластық болады. Мәрмәрлердің түсі көбінесе ақ, ақшыл сұр келеді, кейде қара сұр, қара, қызғылт, көгілдір де болады. Олардың түсі негізінен органикалық заттардың, сульфидтердің, темір тотықтарының, сон да басқа минералдардың қатысуына байланысты. Аймақтық метаморфизм мәрмәрінің текстурасы тақтатасты, жолақ, кейде шомбал келеді. Тақтатастас текстуралы мәрмәрлерді әктасты, магнезитті тақтатастар деп те атайды.

Төмен де, жоғары да температуралы аймақтық метаморфизм мәрмәрлері кальциттен де, доломиттен де тұрады. Себебі доломит CO_2 -ның қысымы өскен сайын температураға шыдамды келеді. Мәрмәрлардың құрамында бастапқы жыныстағы қоспаларға /кремнезем мен сазды минералдар/ және метаморфизм температурасына байланысты кальций мен магнийдің әртүрлі силикаттары кездеседі. Төмен температуралы кальцитті мәрмәрлерде серицит, мусковит, альбит, кварц, хлорит, актинолит, орта температуралыда - эпидот, гроссуляр, орта плагиоклаз, жоғары температуралыда - негізді плагиоклаз, ортоклаз, востластонит кездеседі. Төмен температуралы доломитті мәрмәрлерде тальк, серпентин, кварц, орта температуралыда тремолит, диопсид, жоғары температуралыда - форстерит кездеседі.

Егер карбонатты жыныстарда кремнезем /опал, халцедон, кварц/ мен сазды минералдар көп болатын болса, онда аймақтық метаморфизмде карбонатты-силикатты тақтатастар пайда болады. Олар мәрмәрлерге ұқсас келеді, тек құрамында силикат минералдар көп болады. Мұндай тақтатастардың түрлері минералдық құрамы бойынша жіктеледі: кальцит-талькті тақтатастас, кальцит-диопсидті тақтатастас т.б.

Метасилициттік жыныстар

Кварциттер аймақтық және жапсар-теғималық метаморфизмде кварцты кластолиттер мен хемогенді, биогенді силициттердің өзгеруінен пайда болады. Олардың басты минералы кварц болады. Кварциттерде әртүрлі силикаттар, тотықтар, фосфаттар, т.б. минералдар кездеседі. Олардың қатысуы бастапқы крістальді жыныстың құрамы мен метаморфизм дәрежесіне байланысты.

B_4 -фациялық кварцитте серицит, хлорит, актинолит, хлоритонд, карбонаттар, B_3 - фацияда биотит, мусковит, эпидот, горнбленд, графит, андалузит, ставролит, B_2 - фацияда моноклиндік пироксендер, микроклин, альмандин, B_1 - фацияда кордиерит, ортоклаз, моноклиндік, ромбылық пироксендер, силлиманит, кездеседі. Кварциттерде апатит, циркон, рутил, турмалин, гематит, магнетит те кездеседі, олар негізінен реликттік минералдар болып келеді.

Кварциттер әртүрлі түсті келеді: ақ, сұр, қара /графит, магнетит, көмір текті заттардан/, қоңыр, қызғылт /темір тотықтарынан/, көгілдір /апатиттен/, жасыл /хлорит, актинолиттен/. Текстурасы шомбал, жолақ, тақтатасты келеді.

Соны

текстуралы түрін кварцитті тақтатаст деп те атайды.

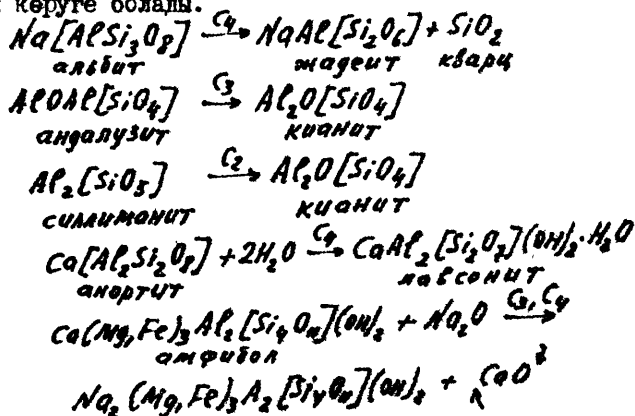
Кварциттер ұсақ түйірліден зор түйірліге дейін болады. Олардың түйірлігі метаморфизмнің дәрежесі өскен сайын үлкейіп отырады. Структурасы гранобластық, лепидогранобластық /227 - сурет/, нематогранобластық болады. Жоғары температуралы кварциттердің структурасы гомебластық; ал төмен температуралықтарда гетеробластық келеді.

Кварциттердің түрлері минералдық құрамы бойынша анықталады. Соған орай серицитті, мусковитті, биотитті, қос слюдалы, пироксенді, гранатты, силлиманитті, амфиболды, темірлі /дзеспилит/, марганецты /гондит/, т.б. кварциттер бөлінеді.

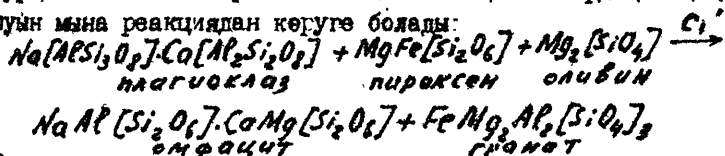
Жоғары қысым жыныстары

Жоғары қысым жағдайында жоғарыда айтылғандай тақтатастар, гнейстер, амфиболиттер қалыптасады. Олардың орта қысым жыныстарынан айырмашылығы құрамында жоғары қысымға өткен

жадеит, лавсонит, глаукофан, кианит сияқты минералдар кездеседі. Құрамында глаукофаны көп жыныстар көгілдір түсті боп келеді, сондықтан оларды көгілдір тақтатастар дейді. Осы аталған минералдардың пайда болуын мына төмендегі реакциялардан көруге болады.



Эклогиттер /грек. еклогe - сұрыптау/ кристалл түйірлі шомбал жыныс. Олар негізінен моноклиндік пироксен омфацит - тен және альмандин пироп қатарлы гранаттан тұрады /228-сурет/. Жиниста аздап рутил, кианит, кварц, ромбылық пироксен, дала шпаттары кездеседі. Глаукофан, эпидот, цомизиттің кездесуі диафорез процесімен байланысты. Структурасы гранобластық, порфиробластық, өзгерген түрінікі пойкилопорфиробластық болады. Эклогиттер жоғары қысымда, жоғары, өте жоғары температурада метабазиттер бойынша қалыптасады. Олардың пайда болуын мына реакциядан көруге болады:



Эклогиттер мантиядан көтеріліп шыққан зат болуы да ықтимал. Эклогиттердің кейбір түрлері магмалық жолмен де қалыптасуы мүмкін.

МЕТАСОМАТИТТЕР

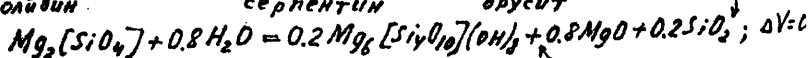
Метасоматоз процесінде пайда болатын тау жыныстарын метасоматиттер деп атайды. Бұл процесте бір минералдың еріп,

оның орнына екінші минералдың қалыптасуы бір уақытта болады. Сондықтан жалпы жыныстар қатты күйінде қалады.

Метасоматоз процесінде тау жынысының көлемі өзгермей сол күйінде қалады /Линдгрэн ережесі/, сондықтан ол процесс литостатикалық қысымға байланысты емес. Ал метаморфтық процесті алатын болсақ, онда тау жыныстарының көлемі литостатикалық қысымға байланысты өзгеріп отырады. Метаморфизмде метасоматоз процесі сияқты тау жыныстарына ерітінділер не флюидтердің әсері болады, бірақ та мұнда тереңнен келгендіктен олардың химиялық қуаты шамалы болады. Осының себебінен метаморфизм процесінде химиялық өзгерістер аз болады, ал химиялық компоненттердің басым көпшілігі инертті болады, содан барып метаморфтық жыныстар көп минералды болып келеді.

Метаморфизм мен метасоматоз процестерінің осы айырмашылықтарын дуниттің әрқилы серпентинденуінен көруге болады.

Метаморфтық серпентинденуде көлем кәлімгідей ұлғаяды, ал метасоматоздық процесте оның көлемі өзгермейді:

$$\underset{\text{оливин}}{Mg_2[SiO_4]} + 1.5H_2O = \underset{\text{серпентин}}{0.25Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_2} + \underset{\text{брусит}}{0.5Mg(OH)_2}; \Delta V = +15.2 \text{ см}^3/\text{моль}$$


Бірінші жағдайда оливиннің метаморфтық өзгеруінен серпентин мен брусит пайда болып, жыныстың көлемі 27% - ке өседі. Бұл жағдайда магний мен кремний термодинамикалы инертті болады.

Екінші жағдайда метасоматоздық серпентинденуіне ерітіндінің химиялық белсенділігінің әсерінен жыныста 30% - тей компоненттер /негізінен MgO мен SiO_2 / кетеді, содан жыныстың көлемі өзгермейді. Бұл жағдай сыртқы литостатикалық қысымның әсерінің жоқтығын көрсетеді.

Метасоматоз процесінің қарқындығына көптеген себептер әсер етеді: 1/ ерітінді мен метаморфталатын жыныстың құрамдарына байланысты; олардың құрамы алшақ болған сайын, процесс қарқынды жүреді; 2/ ерітіндінің температурасына байланысты-температура жоғарылаған сайын, процесс қарқындай түседі; 3/ ерітіндінің концентрациясына байланысты; концентрация жоғары болған сайын орын басу белсенді жүреді; 4/ жыныстың

текстурасы мен структурасына байланысты; кеуекті, қат-қабатты жыныстар оңай өзгереді; 5/ жыныстың физика-механикалық қасиетіне байланысты; жарықшақ, үгінді жыныстарда метасоматоз қауқынды жүреді.

Метасоматоз процесінің түрлері әртүрлі белгілер бойынша жүйеленеді:

1/ Химиялық компоненттердің таралу ерекшелігі бойынша. Бұл белгі бойынша инфильтрациялық және диффузиялық метасоматоз бөлінеді. Инфильтрациялық метасоматозда химиялық компоненттер аққан термалық ерітінділер арқылы тарайды. Диффузиялық метасоматозда химиялық компоненттер қуыстық және түйір аңалық іркілген ерітінділер арқылы тарайды. Бұл жағдайда компоненттердің қозғаушы күш – ол компоненттердің әр жердегі концентрациясының айырмашылығы. Диффузиялық метасоматоз инфильтрациялыққа қарағанда нашар жүреді, себебі іркілген ерітінділер арқылы компоненттердің диффузиясы баяу болады. Жалпы табиғатта метасоматоздан бұл екі түрі көбінесе бірге жүреді.

2/ Процессінің химиялық құрамы бойынша. Бұл белгі бойынша метасоматоздың мынадай түрлері бөлінеді: а/ сілтілі метасоматоз – бұл метасоматозда басты компоненттер K мен Na болып, негізінен сілтілі дала шпатты жыныстар қалыптасады /альбиттер, микроклиниттер/; б/ кальций-магний-темірлі метасоматоз – бұл метасоматозда гранат-пироксенді скарндар қалыптасады; в/ кремнийлі метасоматоз; бұл метасоматозда кварцит жыныстар-туынды кварциттер қалыптасады; г/ фторлы метасоматоз-флюоритті метасоматиттер қалыптасады; д/ хлорлы метасоматоз-скаполитті жыныстар қалыптасады; е/ карбонатты метасоматоз – листвинит қалыптасады және т.б. метасоматоздың түрлері бар.

3/ Интрузивтің қалыптасуына қарағанда метасоматоздың болу уақыты бойынша. Бұл белгі бойынша магмалық этап метасоматозы M және постмагмалық этап метасоматозы бөлінеді. Магмалық этапта метасоматоз магманың әлі сұйық күйде болу кезінде орын алады. Бұндай метасоматоз орогенді аймақтарын терең қабатта дала болады. Бұл процессте жыныстарда дала шпаттары пайда болып, интрузив қойпты жыныс қалыптасады. кейбір

диориттер, гранодиориттер, граниттер, сиениттер, магнийлі скарндар осы жолмен қалыптасады.

Постмагмалық метасоматоз шенеулі гамиды және ол негізінен нақтылы бір интрузивтермен байланысты келеді. Мұндай интрузивтер көбіне қышқыл не сілтілі құрамды келеді, себебі ондай интрузиялар химиялы белсенді компоненттерге бай келеді. Пневматолитті-гидротермалық ерітінділер магманың кристалдану салдарынан пайда болады. Осы ерітінділер магмалық шөгінді, метаморфтық жыныстар бойынша таралып, метасоматоздық өзгерістер туғызады. Пайдалы кен қазбалары негізінен постмагмалық метасоматиттермен байланысты.

4/ Интрузивке қарағанда метасоматоздың орын алуы бойынша. Бұл белгі бойынша автометасоматоз, жапсарлық метасоматоз және белгілі байланыссыз түрлері бөлінеді. Автометасоматозда интрузив өзімен байланысты ерітіндінің әсерінен өзгереді. Мұндай процеске альбиттену, серпентиндену, грейзендену, кварцтану жатады.

Жапсарлық метасоматозда процесс интрузия мен қоршаған жыныстың жапсар аралығында болады. Мұнда ерітіндінің көзі осы интрузия не тереңірек жатқан басқа магмалық ошақ болуы мүмкін. Бұл процеске жапсарлас жыныстардың өзара әрекеттестігі тән. Жапсарлық метасоматоз процесінде скарндар қалыптасады.

Метасоматоз процесі белгілі бір интрузиямен байланыссыз да болуы мүмкін. Мұндай жағдайда термалық ерітінділердің көзі тереңде жатқан магмалық ошақ, мантияның дифференциаты не тереңге жетіп химиялық белсенді болған жер беті сулары болуы ықтимал.

5/ Даму аумағы бойынша. Бұл белгі бойынша метасоматоздың аймақтық және шенеулік түрлері бөлінеді. Аймақтық метасоматозға граниттену, спилиттену, жасыл тастық өзгерістер жатады. Метасоматиттердің басым көпшілігі шенеулі аумақты болып келеді /грейзендер, скарндар т.б./.

Метасоматиттердің ерекшеліктері

1/ Метасоматиттер әркелкі денелер құрайды. Олардың пішіні метаморфталатын жыныстардың жатыс жағдайына, олардың текто-

никалық күйіне және төғмалық ерітінділердің таралу өрекшеліктеріне байланысты.

2/ Метасоматиттердің минералдық құрамы метаморфтық жыныстарға қарағанда өзгешелеу келеді. Оларға андрадит-гроссулар қатарлы гранаттар, геденбургит-диопсид қатарлы пироксендер және топаз, турмалин, корунд, диаспор, алунит, флюорит, пиррофилит, брейнерит, анкерит, т.б. минералдар тән.

3/ Метасоматиттерде таңдақ, жолақ, текстуралар, әркім түйірлі структуралар тән.

4/ Метасоматиттер көбінесе бір не аз минералды болып келеді. Оның себебі метасоматозда химиялық компоненттердің көпшілігі жылжымалы келеді де, процесс барынша тепе-теңдікке тырысады. Ал метаморфизм процесінде барлық компоненттер инертті болады да, көп минералды жыныстар қалыптасады.

5/ Метасоматиттерде псевдоморфозалар /бір минералдың екінші минералдың пішінін сақтап орнын басу/ жиі кездеседі.

3/ Метасоматит денелерге өн басты тән зат - ол зоналы құрылысты болуы. Бір зона бір-бірінен құрамы бойынша ажырайды. Метасоматиттердің осындай зоналы болуы мынадай себептерге байланысты. Біріншіден, ол төғмалық ерітінділердің қоршаған жыныспен әрекеттесіп таралу бағыты бойынша құрамының өзгеріп отыруынан. Д.С. Коржинскийдің /Бетехтин т.б., 1955/ ойына қарағанда метасоматикалық қатардағы барлық зоналар бірге қалыптасады. Сондықтан ол метасоматикалық қатарды әр температуралы фацияларға бөледі. П.П.Пилипенко мен Н.И.Вольфонның зерттеуіне қарағанда метасоматикалық процесс белгілі бір температура аралығында болады, ал әр құрамды зоналар бірінен кейін бірі қалыптасады. Екіншіден, метасоматикалық зоналық ерітіндінің температурасының түсуіне байланысты оның сілтілігі мен қышқылдығының өзгеруіне байланысты. Ерітінді басында сілтілі, одан кейін қышқылды, содан соң қайта сілтілі болады. Осыған байланысты Дхбх Д.С. Коржинский метасоматоздың сатысын бөледі: 1/ алғашқы сілтілі саты, бұл сатыда ерітіндінің құрамына қарай әртүрлі сілтілі метасоматиттер-микроклиниттер, альбиттер, ^{ит}скарндар, т.б. жыныстар қалыптасады; 2/ қышқылды саты-бұл сатыда эпидотты, актинолитті метасоматиттер, грейзендер, туынды кварцит-

тер, пропилиттер қалыптасады; 3/ кейінгі сілтілі саты-бұл төменгі температуралы сатыда цеолит-альбитті, кальцит-альбитті, цеолит-кальцит-альбитті жыныстар, гумбеиттер, әйситтер, аргиллизиттер қалыптасады. Үшіншіден, метасоматикалық зоналық Φ химиялық компоненттердің жылжымалылығына байланысты. Химиялық компоненттердің мұндай қасиеті эксперимент жүзінде дәлел алды. Г.П.Зарайскийдің нәтижесі мынадай. Бастапқы ^{жыныс} тактатаc, құрамы 60% биотит, 30% кварц, 10% сілтілі дала шпаттары. Ол арқылы 1000 атм. қысыммен, температурасы 500°C сілтілі ерітінді жіберілген. Осының әсерінен мынадай зоналар пайда болған: агирин-амфиболды /I/, канкринитті /II/, далашпатты /III/, хлогитті /IV/. Осы зоналардың құрамын салыстырғанда химиялық компоненттердің инертті және жылжымалы түрі мына ретте орналасады: инертті I-Fe, Mg; II-Al; III-Si; IV-жылжымалы I-Al, Si, K, Na, Q, CO₂; II-Si, K, Na, Q, CO₂; III-K, Na, Q, CO₂; IV- Na, Q, CO₂.

Химиялық элементтердің әртүрлі жылжымалылығы олардың кристаллохимиялық ерекшеліктері мен ортаға байланысты. Элементтердің кристаллохимиялық ерекшеліктері олардың иондық радиусы, электр заряды және атомдарының иондану негізгісімен анықталады. Осыған қарап басты петрогендік элементтерді үш топқа бөледі /Кейльман, 1989/, I/ K, Na - ион радиусы үлкен, электр заряды аз, иондық потенциалы 0,75-1,02, силикаттарда иондық байланыста болады, жылжымалылығы үлкен; 2/ Ca, Mg, Fe - иондық радиусы мен электр заряды орташа, иондық потенциалы 1,90-2,56, байланысы негізінен иондық, кейде коваленттік, жылжымалылығы орташа; 3/ Al, Si - ион радиусы кіші, электр заряды үлкен, иондық потенциалы 5,26-10,02, байланысы негізінен коваленттік, көбіне инертті, кейбір жағдайда жылжымалы болады.

Ортаның ерекшелігіне қарай элементтердің жылжымалылығы мынадай болады. К мен Na кез келген pH-та жылжымалы келеді. Қышқыл ортада басқа элементтер жылжымалылығы бойынша мына ретпен орналасады: Ca-Mg-Fe-Al. Тек сілтілі ортада Si мен Al -дің жылжымалылығы елеулі еседі.

МЕТАСОМАТИТТЕРДІ ЖҮМЕЛЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Метасоматиттер пусцестің кезеңі мен сатысы бойынша

жүйеленеді.

I. Магмалық кезең: 1/ метагранитоидтар, 2/ метасиенитоидтар /фениттер мен твейтозиттер/, 3/ магнийлі скарндар, 4/ флогопитті жыныстар.

II. Постмагмалық кезең: а/ алғашқы сілтілі саты: 1/ магнийлі скарндар, 2/ кальцийлі скарндар, 3/ калишпатиттер, 4/ альбиттер, б/ қышқылды саты: 1/ кварц-далашпатты метасоматиттер, 2/ грейзендер, 3/ пропилиттер, 4/ тундры кварциттер, 5/ серпентиниттер в/ кейінгі сілтілі саты: 1/ гумбейттер, 2/ аргилизиттер 3/ эйситтер.

Метагранитоидтар

Метасоматоз жолымен гранит типтес жыныстардың пайда болу процесін граниттену деп атайды. Бұл процесс магманың өну кезінде яғни магмалық кезеңде не граниттену эволюциясының жоғары көтерілу кезінде орын алады. Граниттену процесі әртүрлі тереңдіктерде, әсіресе үлкен тереңдікте қарқынды жүреді. Граниттенген жыныстардың физикалық және минералдық құрамын зерттеу олардың жоғары температуралы $K-Si$ метасоматоз процесінде қалыптасатынын көрсетеді. Граниттерудің мәні мынада: тау жыныстары граниттік магмаға айналып тұрып, алдымен метасоматоз процесінде құрамы, құрылысы бойынша граниттік жынысқа жақын келеді. Содан кейін ғана, егер ерітінді мен жылуын келуі ары қарай ұлғая берсе, онда граниттенген жыныстар магмаға айналады. Бзгеретін жыныс пен граниттің құрамы алшақ болған сайын, метасоматиттік өзгерістер де елеулі болады. Сонымен граниттенумен байланысты метасоматиттердің құрамы процесінің қарқынды қарай бастапқы жыныс пен граниттің аралығында жатады. Егер бастапқы жыныстың құрамы граниттікіндей болса, онда метасоматоз процесісіз-ақ, ол бірден гранит магмасына айналады. Егер граниттену процесінде балку аяғына дейін жетпесе, онда мигматиттер қалыптасады.

Граниттену процесінде бастапқы сатыда түйір араларында микроклин, плагиоклазды антитерит пайда болып, калишпаттың порфиробластары қалыптасады. Сонымен қатар өзгеріс-

тін жыныстағы оливин, пироксен, гранат, ставролит, клинит және басқа минералдар бұзыла бастайды. Олардың орнына биотит, микроклин, кварц пайда болады. Граниттенудің жоғарғы сатысында жыныс гранит-гнейс түрлес болады. Граниттенген жыныстар көбінесе қызғылт түсті, текстурасы астарлы, структурасы метасоматиттік болып келеді.

Метасиенитoidтар

Фениттер. Мұндай жыныстарды бірінші рет Фен сілемінде /Норвегия/ Брегге, /1922/ зерттеп сипаттаған. Фениттер құрамы жағынан сілтілі сиениттерге сәйкес келеді. Олар гнейстер мен слюдалы тақтатастардың сілтілі сиенит пен нефелинді сиенит интрузияларының жапсарлауында метасоматоз өзгерістерінен пайда болады. Фениттену зонасының ені бірнеше сантиметрден жүздеген метрге дейін жетеді. Мұндай зоналарда фениттену процесінің барлық сатылауын көруге болады. Интрузиядан қашықтау зонада калыптат аздап альбиттеніп, эгирин мен сілтілі амфиболдардың ұсақ түірлері пайда бола бастайды. Аралық зонада процесс үрейге түседі. Ал интрузияға тақау келгенде гнейс пен тақтатастың минералдары түгел өзгеріп альбит-эгириннен тұратын жыныс пайда болады. Ол жыныста аздап сілтілі амфибол, микроклин, кейде нефелин кездеседі. Фениттену процесінде мынадай сатылауды бөлуге болады. Алғашқы жоғары температуралы сатыда ерітіндімен H_2O әкелініп альбит, нефелин, эгирин түзіледі. Соңғы сатыда калийлі минералдар /биотит, анортоклаз, микроклин/ түзіледі.

Твейтозиттер. Олар да фениттер сияқты қалыптасады. Твейтозиттерде фениттерге қарағанда түсті минералдар /эгирин, арфведсонит, рибекит/ көбірек болады, сондықтан олар құрамы жағынан меланократты сиениттер мен меланиттерге сәйкес келеді. Твейтозиттердің түсі негізінен қара не қою жасыл болады.

Скарндар

Скарндар /швед.бос/ кальций-магний-темір силикаттағы мен алюминий-силикаттардан тұрады. Олар магматогендік ерітінді-

лердің әсерінен карбонат пен алумосиликат жыныстардың арасында болатын реакциялық әрекеттерден пайда болады. Олардың ішінен құрамы бойынша магнийлі және кальцийлі скарндар бөлінеді.

Магнийлі скарндар магнийлі карбонат жыныстар /доломит, не магнезит/ мен магманың не алумосиликат жыныстардың жапсарында қалыптасады. Олардың ішінен қалыптасу кезеңіне қарай магмалық және постмагмалық скарндар бөлінеді. Магнийлі скарндар негізінен магмалық кезеңде граниттену процесімен қатар қалыптасады.

Магмалық кезеңнің магнийлі скарндары. Мұндай кезеңде магнийлі скарндар жер бетіне жақын субвулкандық жағдайдан басқа әртүрлі тереңдікте қалыптасады. Олар граниттенуді тудыратын ерітінділердің не кристалданып жатқан магмадан шығатын ерітінділердің доломиттермен әрекет жасауынан пайда болады. Бұл ерітінділермен доломитке Si, Al, Fe әкелінеді, ал доломиттен CO_2 , аздап Mg мен Ca әкөтілінеді. Құрамы жағынан магнийлі скарндар доломитке қарағанда гранитке жақынырақ, және де олардың қалыптасу процесі граниттену процесіне ұқсас келеді. Сондықтан кейбір мамандар магнийлі скарндарды метакриптоидтардың фациясы ретінде қарайды.

Магнийлі скарндардың магмалық кезеңде қалыптасатынын мына факторлар дәлелдейді: 1/ магнийлі скарндармен жапсарлас жатқан магмалық жыныстардың өздері скарнданбаған; 2/ магнийлі скарндарды магмалық жыныстардың апофизалары қиып жатады; 3/ магнийлі скарндармен жапсарлас жатқан магмалық жыныстарда эндоконтактылық өзгерістер /магманың құрамы мен көтек-тикалық қатынастың өзгеруі/ байқалады, мұндай өзгерістер магманың сұйық күйде болғанын көрсетеді /Жариков, 1968/.

Үлкен тереңдіктерде қалыптасатын магнийлі скарндарға мынадай метасоматиттер қатары тән:

- 1/ Гранит
- 2/ Пироксен-плаггиоклаз жыныс
- 3/ Пироксенді скарн /пироксен-шпинель-кальцит/
- 4/ Форстеритті скарн /форстерит-шпинель-кальцит, 229-сурет/
- 5/ Кальцифир /кальцит-форстерит-шпинель/
- 6/ Доломит.

Осындай тереңдік фацияда әрдайым пироксен-плаггиоклазды жыныс кездеседі. Орта тереңдік магнийлі скарндарға периклаз тән. Мұндай скарндардың метасоматиттер қатары мынадай болады:

- 1/ Гранит
- 2/ Пироксенді скарн /пироксен-шпинель кальцит
- 3/ Форстеритті скарн /форстерит-шпинель-кальцит/
- 4/ Кальцифир /кальцит-форстерит-шпинель-периклаз/
- 5/ Доломит.

Осы зоналар шекараларда күрт өзгереді. Метасоматиттік қатарлар инфильтрациялық жолмен қалыптасады. Постскарндық сатыда периклаз бруситке, форстерит гумитке, тремолитке, серпентинге, талькке, шпинель флогопитке, пироксен эпидотқа, хлоритке, амфиболға айналады. Магмалық кезеңнің магнийлі скарндары негізінен 350-850° аралығында қалыптасады /Жариков, 1968/.

Постмагмалық магнийлі скарндар

Постмагмалық кезеңде магнийлі скарндардың қалыптасуы үлкен тереңдікте ғана жалғаса береді. Себебі тек осындай жағдайда ғана магний инертті күйде болады. Ал орта тереңдікте магнийдің жылжымалы болуына байланысты магнийлі скарндар қалыптаспайды. Магнийлі скарндардың постмагмалық кезеңде қалыптасуын граниттің өзінің скарнлануынан көруге болады.

Постмагмалық кезеңде магнийлі скарнлау процесі басқаша жүреді. Мұнда алюминий мен кремний ерітіндімен келмейді. Доломит пен алумосиликатты жыныс арасында тарайтын ерітінді олардың өзара әрекет жасауына себп болады. Осының салдарынан кремний доломит жаққа, ал кальций мен магний алумосиликатты жыныс жаққа қарай жылжиды. Егер ірікілме ерітінді болса, онда биметасоматиттік диффузиялық скарндар пайда болады. Егер ерітінді доломит пен алумосиликатты жыныстарды жарып өтетін жарықшалар арқылы жылжитын болса, онда компоненттер әжептәуір қашықтыққа таралады. Осының нәтижесінде жапсар-инфильтрациялық скарндар қалыптасады. Көп жағдайда биметасоматиттік диффузиялық скарндар мен жапсар-инфиль-

трациялық скарндар қосарлана келеді.

Құрамы жағынан постмагмалық магнийлі скарндар көп түрлі келеді. А.В.Жариков /1968/ олардың төрт түрлі метасоматиттер қатарын бөледі. Соның біреуі мынадай:

1. Гранит
2. Скарн маңайлы пироксен-плагиоклаз-скаполитті жыныс
3. Скарн маңайлы пироксен-скаполитті жыныс
4. Пироксенді эндоскарн /пироксен-шпинель/
5. Пироксенді экзоскарн /пироксен/
6. Форстеритті кальцифир /кальцит-форстерит/
7. Доломит.

Постмагмалық магнийлі скарнның магмалық кезең скарннан айырмашылығы – мұнда экзоскарндық зонаға алюминий келмейді. Постмагмалық магнийлі скарндар 450–600°C аралығында қалыптасады. Постскарндық кезеңде оның минералдары флогопитке, гумитке, амфиболға, серпентинге, хлоритке, бруситке айналады.

Кальцийлі скарндар

Кальцийлі скарндар интрузив жапсарының айналасында карбонат пен алюмосиликат жыныстардың арасында постмагмалық алғашқы сілтілі ерітінділердің әсерінен қалыптасады. Бұл скарндар жоғары температуралы кальций-темірлі силикаттар мен алюмосиликаттардан тұрады. Олардың басты минералдары диопсид-геденбергит қатарлы пироксендер мен гроссуляр-андрадит қатарлы гранат болып келеді.

Кальцийлі скарндар тегі бойынша негізінен биметасоматиттік болады, сондықтан олар CaO -ның карбонатты жыныстан, ал Al_2O_3 , SiO_2 , FeO алюмосиликатты жыныстар бір-біріне қарама-қарсы диффузиялық жылжуынан қалыптасалы. Карбонатты жыныс бойынша пайда болғанды экзоскарн, ал алюмосиликат жыныс бойынша пайда болғанды эндоскарн дейді.

Жоғары температуралы кальцийлі скарндарға мынадай зоналық тән:

1. Алюмосиликатты жыныс
2. Скарн маңайлы пироксен-плагиоклаз жыныс

3. Пироксен - гранатты эндоскарн
4. Гранатты эндо- және экзоскарн /230 - сурет/
5. Пироксенді экзоскарн
6. Волластонитті экзоскарн
7. Әктас

Төменірек температуралы скарндарда эпидот, актинолит қатысады. Көбінесе эпидот гранат бойынша, ал актинолит пироксен бойынша дамиды. В.А.Жариков/1968/ бойынша кальций - лі скарндар мынадай температурада қалыптасады: пироксен-гранат-волластонитті - $550-750^{\circ}\text{C}$, пироксен-гранатты $500-550^{\circ}\text{C}$, гранат -эпидотты $450-500^{\circ}\text{C}$, пироксен-эпидотты - $350-450^{\circ}\text{C}$.

Калишпаттанған және альбиттенген жыныстар

Мұндай жыныстар алғашқы сілтілі сатыда қалыптасады. Олар гранитоид сілемдерінде, негізінен олардың шет жағында дамиды. Калишпаттану кезінде ірі /1-3 см/ порфиробластар пайда болады. Егер калийдің концентрациясы жоғары болатын болса, онда микроклиннің көптеген кристалдану центрі пайда болады. Калийдің концентрациясы төмен болса, онда калишпаттын сирек, бірақ та ірі порфиробластары қалыптасады. Көп жағдайда граниттің құрамы мен құрылысына калишпаттану кәдімгідей өзгеріс жасайды. Елеулі калишпатты метасоматиттер граниттердегі жарықшалар бойында, кейде экзоконтакт зонасында қалыптасады. Жалпы осындай өзгерген жыныстарда калишпаттын мөлшері 35-40%- тен сирек асады. Калишпаттану процесінің температурасы $450-600^{\circ}\text{C}$ шамасында.

Альбиттену процесі гранитоидтарда жиі кездеседі. Бірақ ол шамалы дамиды. Альбиттену процесінде калишпат пертиттеніп, шахматты не көмкерме альбит пайда болады. Бұл процесс орта тереңдіктерге тән. П.В.Ковальдың /1975/ деректеріне қарағанда альбиттену $460-520^{\circ}\text{C}$ болады.

Қварц - далашпатты метасоматиттер

Бұл метасоматиттерді бірінші рет В.А.Жариков /1961/ жеке метасоматиттік формация ретінде сипаттады. Олар тек

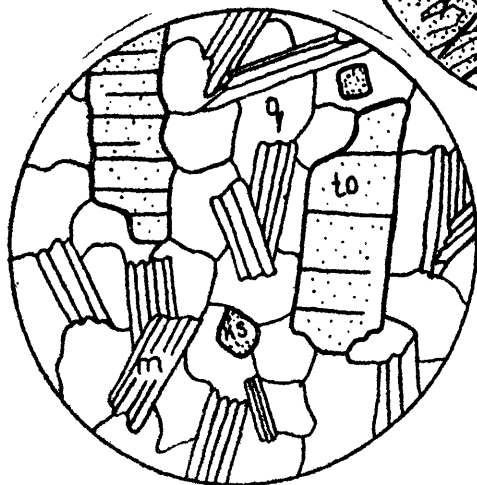


229-сурет. Шинель-форситті скарн, структурасы гранобластық. Көз аясы 5 мм

230-сурет. Гранатті скарн, структурасы гетерогранобластық. Көз аясы 5 мм



231-сурет. Топаз-мусковитті грейзен, структурасы лепидогранобластық. Көз аясы 5 мм



қана гранитоид тілемдердің шет жағында кездеседі. Кварц-далашпатты метасоматизм қышқылды сатының ең жоғары темпeратуралы бастапқы процесі болып табылады. Ол алғашқы сілтілі сатының альбиттену процесі мен қышқылды сатының грейздену процесінің аралығынан орын алады. Кварц-далашпатты метасоматиттер альбиттенген граниттерге ұқсас келеді, бірақ олардан ішкі зонасының құрамы бойынша аяқайды. Альбиттену процесінде гранит альбитті жынысқа айналады, себебі бұл процесте кремний әкeтіліп, натрий мен алюминий әкeлінеді. Ал кварц-далашпатты метасоматизмде процесс кварц-альбитті, не таза кварцты жыныс қалыптасу бағытында жүреді.

Д.К.Власова мен В.А.Жариков бойынша кварц-далашпатты метасоматиттерге мынадай метасоматиттік қатар тән:

1. Гранодиорит
2. Кварц-альбит-ортоклаз-мусковит-хлорит-магнетит
3. Кварц-альбит-ортоклаз-мусковит-хлорит /не турмалин/
4. Кварц-альбит-ортоклаз-мусковит
5. Кварц-альбит-ортоклаз
6. Кварц-альбит
7. Кварц

Осы зоналықтардан көрініп тұр, альбиттенген граниттермен салыстырғанда кварц-далашпатты метасоматиттердің ішкі зонасында кварцтың мөлшері күрт өседі. Амазонитті граниттер кварц-далашпатты метасоматиттер болып табылады. Альбиттенген граниттерде кварцтың зонаның пайда болуы, ал кварц-далашпатты денелердің кварцты ядросы болуы бұл процестің қышқыл жағдайда қалыптасатынын көрсетеді.

Грейзендер

Грейзендер /нем.ажырау/ сұрғылт ақ, ақшыл сұр түсті ірі-орта түйірлі шомбал жыныстар. Олар негізінен кварц пен мусковиттен не литийлі слюдадан /цвиттер/ тұрады. Бұлардан басқа грейзендерде топаз, турмалин, апатит, флюорит, касситерит, флюсфамит, молибденит кездеседі. Олардың структурасы лепидогранобластық құра /23/- сурет/,

гранобластық, кейде нематограобластық болады. Жыныста мусковиттің дала шпаттар бойынша псевдоморфозасы кездеседі. Егер грейзендену процесі аяғына дейін жүрмесе, онда бастапқы жыныстың структурасы мен текстурасының белгілері айқын сақталады.

Грейзендер орташа тереңдіктерде /1,5–3 км/, негізінен граниттің автоматоматоздық өзгерісінде қалыптасады. Мұнда жоғары температуралы /300–500°С/ пневматоит-гидротермалық ерітінділермен *Si, P, S, F, Cl, Ca, Sn, W, Mo* келіп, *Ca, Mg, Fe, Na*, аздап *Al* мен *K* кетеді. Грейзендер кейде гранит интрузиясының айналасында жапсарлық метасоматозда аркоздық клас-толиттер мен сазды жыныстар бойынша да пайда болады.

В.А.Жариковтың деректеріне қарағанда апорграниттік грейзендерге мынадай зоналық тән:

1. Гранит өзгермеген:

кварц-калишпат-қышқыл плагиоклаз-биотит-магнетит

2. Гранит қос слюдалы:

кварц-калишпат-альбит-мусковит-биотит

3. Гранит мусковитті: кварц-калишпат-альбит-мусковит

4. Кварц-калишпат-мусковит

5. Кварц-мусковит

6. Кварц-топаз

7. Кварц

Осы метасоматиттік қатарда тек ішкі зоналар ғана грейзен, ал сыртқы зоналары грейзенденген граниттер боп табылады. Осындай грейзендену процесі аса негізділер мен карбонатты жыныстар бойынша да орын алады. Аса негізді магматиттер бойынша дамыған грейзендердің метасоматиттік қатары мынадай:

1. Серпентинит

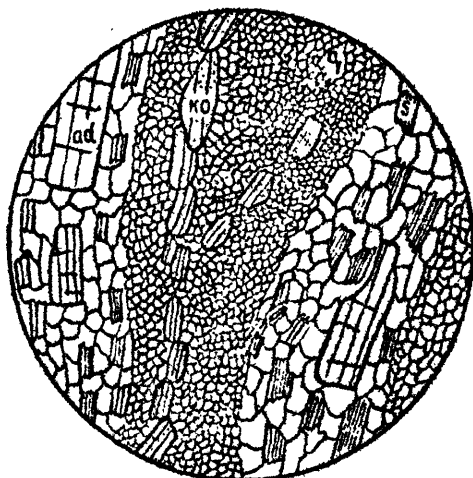
2. Талькты жыныс

3. Хлорит-актинолитті жыныс

4. Слюголитті слюдит

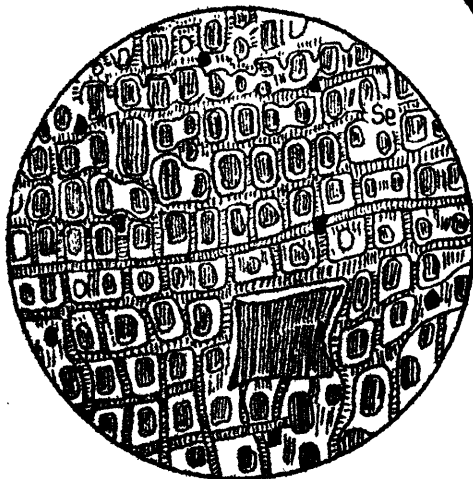
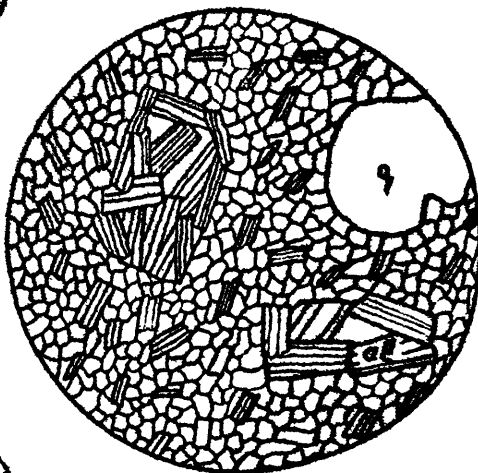
5. Марказит-мусковитті слюдит

6. Плагиоклазит



232-сурет. Корунд-андалузитті туынды кварцит, текстурасы қолам структурасы порфиробластық. Көз аясы 2,5 мм

233-сурет. Алунитті туынды кварцит, структурасы реликтілік /бластопордіры/. Көз аясы 2,5мм



234-сурет. Серпентинит. Көз аясы 5 мм

Әктас бойынша грейзенденуге мына метасоматиттік қатар тән:

1. Әктас
2. Флюориттенген әктас
3. Альбит-флюоритті жыныс
4. Мусковит-флюоритті жыныс
5. Флюоритті жыныс

Туынды кварциттер

Бұл терминді геологиялық әдебиетке 1901 ж. Е.С.Федоров енгізген. Туынды кварциттер ашық түсті /сұрлау ақ, ашық қызғылт, кейде ашық сұр/ ұсақ, майда түйірлі жыныс. Текстураны шомбал, тандақты, қолақ, кейде кеуекті келеді. Туынды кварциттер негізінен кварц пен серициттен тұрады. Оларға корунд, андалузит, диаспор, алунит, пирофиллит, каолинит те тән. Туынды кварциттің түрлері минералдық құрамы бойынша бөлінеді. Структурасы микрогранобластық, микролепидогранобластық, көбінесе гетеробластық, порфиро-бластық /232 - сурет/, реликтілік /233 -сурет/ болады. Жыныста кварц пен серицит әрдайым ұсақ түйірлер құрайды, ал басқа минералдар ірі түйірлер бол келеді.

Туынды кварциттер қиқым және орта вулканизм дамыған аудандарда тараған, кейде субвулкандық интрузиялардың да жапсарларында кездеседі: Туынды кварциттердің қалыптасуы поствулкандық газогидротермалармен байланысты. Ерітінділермен $F, Cl, B, P, H_2S, SO_2, SO_3, CO_2$ көліп, Ca, Mg, Fe, Na , аздал Al, K кетеді. Д.С.Боржинский бойынша олардың метасоматиттік қатары мынадай болады:

1. Диаспориттік порфир
2. Ортоклаз-альбит-кварц-серицит-хлорит
3. Ортоклаз-альбит-кварц-серицит
4. Серицит-ортоклаз-кварц
5. Серицит-кварц
6. Кварц

Пропилиттер

Пропилит /грек. алда жүруші/ деген терминді геологиялық әдебиетке 1868 ж. Рихтгофен енгізді. Пропилиттер жасыл, қою жасыл түсті ұсақ түйірлі жыныс. Структурасы кристалло-бластық, кейде реликтілік болады. Олар негізінен орта және негізді вулканилтер мен гипабиссалдық плутониттер бойынша дамиды. Басты минералдары альбит, хлорит, кальцит, пирит, эпидот, адуляр, серицит, актинолит, пренит, цеолиттер /ломонтит/. Пропилиттерде, әсіресе субвулкандық фацияда, әрдайым бастапқы жыныс минералдарының қалдықтары кездеседі.

Пропилиттену кезінде фемалық минералдардың фенокристалдары мен негізгі массаның жынысы псевдоморфты өзгереді, ал бадам сияқты қуыстар мен жарықшаларда гидротермалық минералдар пайда болады. Гиперстен бойынша хлорит, оливин бойынша кварц пен хлорит, авгит пен горнбленд бойынша хлорит пен кальцит, плагиоклаз бойынша ломонтит пен кальцит дамиды. Цеолиттер қуыстарда да кездеседі және шыны мен туфтың цементі бойынша да дамиды. Процесс қарқынды жүргенде плагиоклаз альбит пен эпидотқа айналады. Эпидот кальцитпен бірге бадам қуыстарда да кездеседі. Аса қарқынды өзгерген жерлерде пренит де дамиды. Ол плагиоклаз бойынша пайда болады. Интрузивтермен жапсарлас жерлерде актинолит те дамиды. Андезит пен дациттерде плагиоклаз көбінесе альбитке, ал липариттерде адулярға айналады. Пропилиттену кейде қоршаған шөгінді жыныстарда да байқалады. Пропилиттену процесі адуляр, цеолит, кальцит желілерінің қалыптасуымен аяқталады.

Гипабиссалдық жағдайда пропилиттену қарқындырақ жүреді. Плагиоклаз альбит, серицит, эпидотқа, пироксен эпидот пен хлоритке айналады. Қатты өзгерген жыныстарда серицит болмайды, эпидоттың түйірлері ірі боп келеді, магнетит эпидот пен лейкоксенге, хлорит альбит, эпидот, кварцқа айналады. Аса қатты өзгерген зоналарда эпидот түгел альбитке айналады, ал альбиттің өзін кварц мұжы бастайды.

Пропилиттену процесінің химиялық ерекшелігі мынада; күшті негіздерді әлсіз негіздер алмастырып, олар мына ретте кетеді: калий-магний-кальций-темір-натрий. Ішкі зона-

ларға кремний келеді В.А.Жариков /1965/ гранодиориттер бойынша пайда болған гипабиссалдық пропилиттердің зоналығын төмендегідей сипаттайды.

1. Гранодиорит
2. Кварц-ортоклаз-эпидот-хлорит-пирит-кальцит
3. Кварц-ортоклаз-эпидот-хлорит-пирит
4. Кварц-эпидот-хлорит
5. Кварц-эпидот
6. Кварц

Серпентиниттер

Серпентиниттер /грек.жылан/ шомбал, тақтатасты жыныстар. Түсі сарғыш жасылдан жасылдау қараға дейін. Бірде жылан терісіне ұқсас тардақ түсті келеді. Жыныстың аты осы ұқсастықтан шыққан. Серпентиниттер ультрабазиттер бойынша метаморфтық та, метасоматоз жолымен де дамиды. Ультрабазиттердің метаморфтық серпентиниттенуінде магний, темір, кремний инертті болады. Осының салдарынан бұл процесте жыныстың көлемі ұлғаяды. Мұндай серпентиниттену натрийлі аллохимиялық метаморфизмге жақын келеді. Ал сонымен алмасылмақатты жыныстардың альбиттенуі, глаукофанлануы, жадеиттенуі байланысты.

Метасоматиттік серпентиндену жарықша бойларымен жүреді. Ол изохорлық процесс болып табылады. Мұндай серпентинденуде компоненттердің 30%- дейіні кетеді. Осындай процесте қоршаған жыныстар кварцтануға ұшырайды. Метасоматиттік серпентиндену төмен температурада /400°C төмен/, су ерітіндісі мол келгенде болады.

Минералдық құрамы бойынша серпентиниттердің көп түрі бөлінеді. Антигоритті серпентиниттер антигориттің майда /0,1-0,5/ жапырақшаларынан тұрады. Олардың структурасы микролепидобластық болады. Кризотилді серпентиниттер қалдай талшықтардан тұрады. Олардың структурасы әр түрлі келеді: фибробластық, ілмекті, торлы болады.

Аралас құрамы серпентиниттер антигориттен, кризотил-

ден, бастаттен, серпентиттен, лизардиттен тұрады. Олардың структурасы да күрделі болады /234- сурет/. Серпентиниттер де серпентиннің әр түрінен басқа магнетит, брусит, хлорит, тальк, тремолит, магнезит және оливиннің, пироксеннің, хромшпинелиттердің жұрнақтары кездеседі.

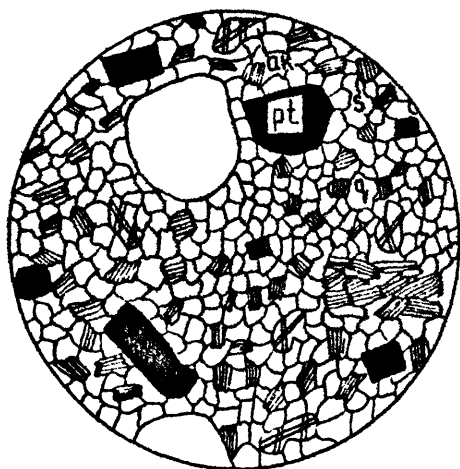
Березиттер

Бұл терминді әбедитке Оралдағы Березовское кен орнын зерттеген Г.Розе /1842/ енгізді. Березиттердің қалыптасуы негізінен гранитоидтардың кіші интрузияларымен, олардың желілерімен байланысты. Березиттену процесі желілерімен байланысты метасоматозға жатады. Березиттенген жыныстардың пішіні негізінен жапығыстар мен жауықшалардың орналасуына байланысты.

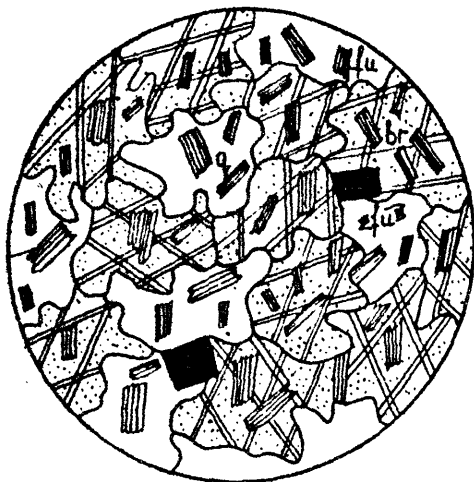
Березиттер кварцтан, серициттен, карбонаттан /анкерит пириттен /235- сурет/ тұрады. Олардың сырт жағын березиттенген жыныстар құрады. Бұларға реликты¹⁴⁶ структура мен текстуралар және псевдоморфоза кұшылыс тән. Березиттердің өзінің текстурасы шомбал, структурасы микрогранолепидобластық, микролепидограссбластық болады. Бастапқы жыныстардың структурасы сақталмайды, тек серицит, пирит, лейкоксендердің орналасуына қарап, олардың бастапқы пофирлі структурасын, дала шпаттары мен фемалық минералдардың фенокристалдарының орын байқауға болады.

Березиттенген кварцты диоритке мынадай зоналық тән:

- 1/ кварцты диорит
- 2/ альбит-пирит-хлорит-кальцит-серицит-кварц-рутил-апатит.
- 3/ пирит-хлорит-кальцит-серицит-кварц
- 4/ пирит-хлорит-анкерит-серицит-кварц
- 5/ пирит-хлорит-серицит-кварц
- 6/ пирит-серицит-кварц
- 7/ серицит-кварц
- 8/ кварц-серицит-рутил
- 9/ кварц-рутил
- 10/ кварц



235-сурет. Перидотит, структурасы бластопорфирлі. Көз аясы 2,5мм



236-сурет. Оливинит, структурасы пойкилобластық.
Көз аясы 2,5 мм

Мұндағы 2,3,4 литвениттенген жыныстар, ал 5,6 литвениттің өзі болады.

Гумбеиттер

Бұл жыныстың аты Оралдағы Гумбейка өзені бойынша берілген. Ол жынысқа бірінші рет Д.С. Коржинский /1953/ сипаттама берген. Гумбеиттер ортоклаз бен анкериттен /кейде доломиттен/ тұратын ұсақ түйірлі жыныстар. Оларда аздап кварц пен пирит кездеседі. Гумбеиттер орта тереңдікте гранитоидтардың төмен температурада желі жанында калыпттану процесінде қалыптасады. Кейде олар аймақтық жарықтар бойымен гнейс, амфиболиттер бойынша да дамиды.

Д.С. Коржинский бойынша гумбеиттерге мынадай зоналық тән:

1. Андезин-ортоклаз-кварц-биотит-горнбленд-магнетит
2. Альбит- ортоклаз-кварц-серицит-флогопит-пирит
3. Ортоклаз-флогопит-кварц-анкерит-пирит
4. Ортоклаз-анкерит-кварц-пирит

Жыныста ортоклаздың кварцты ауыстыратыны анық байқалады, ол метасоматоздың сілтілі жағдайда болатынын көрсетеді. Гумбеиттену процесінде калий, көмір қышқылы, күкіріт келеді, ал натрий мен кремний кетеді. Магний мен кальций гумбеиттенудің соңғы кезеңінде кетеді, ал аралық және шеткі зоналарда олар негізінен қайта таралады. Гумбеиттенудің геохимиялық ерекшелігі оның жоғары сілтілі, калий-натрий қатынасының жоғары, карбонат-ион мен сульфидті күкірттің белсенді, титанның жылжымалы болу жағдайын көрсетеді.; Б.И. Смеляненко /1978/ бойынша гумбеиттенудің физика-химиялық параметрі мынадай: $t = 280 - 350^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6-8$.

Эйситтер

Эйситтерді төмен температуралы кварц-альбитті метасоматиттер ішінде бірінші рет Г.А. Лисицина /1963/ сипаттаған. Кейінгі зерттеулерге қарағанда мұндай метасоматиттер кварцқа бай жыныстар бойынша дамиды. Эйситтенуге ұсас

жағдайда орта және негізді жыныстар бойынша альбит-карбонатты, альбит-хлоритті, ал әктас бойынша апатитті жыныстар қалыптасады. Эйситтенудің ерекшелігі сонда ол процесс негізгі альбиттен тұратын жыныс қалыптасуына бағытталады. Оның құрамында кварц, карбонат, хлорит шамалы орын алады. Эйситтерге тән зоналықтар:

I.I. Гранит, 2. кварц, альбит, серицит, микроклин, хлорит, кальцит, гематит, 3. Кварц, альбит, хлорит, кальцит, гематит, 4. Кварц, альбит, кальцит, гематит, 5. Альбит, кварц, гематит.

II.I. Диорит, 2. Альбит, хлорит, кальцит, серицит, гематит; 3 Альбит, хлорит, кальцит, гематит; 4. Альбит, анкерит, гематит, 5 Альбит, гематит.

Бастапқы жыныстың құрамына және карбонат - ионның химиялық белсенділігіне байланысты эйситтердің мынадай фациялары бөлінеді: кварц-альбит, кальцит-альбит, хлорит-альбит, анкерит-альбит. Эйситтердің химиялық жағы ерітіндінің гидрокарбонат-натрийлі екенін көрсетеді. Бұл процесте натрий, көмір қышқылы, алдап кальций келеді, ал калий, кремний кетеді, алюминий болса өз орнында қайта таралады. Эйситтену нағыз сілтілі метасоматозға жатады, оны кварц пен серициттің альбитке ауысуынан байқауға болады. Эйситтердің бір ерекшелігі - ол процесте гематиттің өте ұсақ түйірлері пайда болады, соның себебінен жыныс қызғылт түсті келеді. Эйситтену процесі орта тереңдікте 220-280°C, pH 8-10 жүреді.

Аргиллизиттер

"Аргиллизиттену" деген терминді әдебиетке Ф.Ю.Левинсон-Лессинг /1893/ енгізген. Аргиллизиттер біз жағынан тұнды кварциттердің жер бетіне жақын фациясы болса, екінші жағынан олар өзіндік метасоматиттер формациясын құрайды. Аргиллизиттер негізінен жадықтар бойында дамиды. Олар ұзынша линза тәрізді денелер болып келеді. Бұл денелердің еңдері 1-5 м, кейде 150-200 м-ге дейін жетеді. Олардың ішінен нағыз аргиллизиттенген, сұтас және қарқынды аргиллизиттен-

ген жыныстар бөлінеді. Нашар өзгерген жыныстарда негізінен фемалық минералдар, шамалап плагиоклаз да өзгереді. Пироксендер, амфиболдар карбонатқа, хлоритке, монтмориллонитке, каолинитке айналады. Плагиоклаздың ядросы каолинитке, монтмориллонитке, шет жағы альбитке айналады, олардың аралығында кальцит, кейде шамотит дамиды. Биотит түссізденеді, бірақ ол түгелдей өзгермейді. Семейлік минералдар бойынша гематит, пирит, лейкоксен, анатаз, рутилдер де дамиды. Нашар аргиллизиттенген жыныстарда бастапқы жыныстардың структурасы мен минералдардың жұрнақтары сақталып қалады. Орташа аргиллизиттенген жыныстарда фемалық минералдар түгелдей өзгереді, ал калишпаттар монтмориллонит-каолинит-серицит агрегатына айналады. Қарқынды аргиллизиттенген жыныстарда бастапқы жыныстардың минералдарының жұрнақтары қалмайды. Псевдоморфозалар каолинит-гидрослюда-лы агрегаттан тұрады, кварц, халцедон, кейде опал пайда болады. Фемалық минералдар бойынша псевдоморфозаларда гетит, пирит, гематит, рутил /анатаз/ сақталып қалады.

Аргиллизиттену процесінде барлық компоненттер әкетілінеді, ал қатты өзгерген жерінде темір, кальций, магний, натрий, калий түгелдей кетеді. Бұл процестің физика-химиялық параметрлері мынадай: t - 100 - 280°C, pH - 2 - 5.

МАЗМҮНҮ

МАГМАЛЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ	3
Перидотит тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	3
Габбро-базальт тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	14
Диорит-андезит тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	23
Гранит-диорит тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	33
Сиенит-трахит тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	54
Нефелинді сиенит-фаноит тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	64
Сілтілі габброидтар-базальтоидтар тобы жыныстарын жіктеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	71
Силикатсыз магмалық жыныстар	82
МЕТАМОРФТЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ	83
Метаморфизм факторлары	84
Метаморфизм түрлері	91
Метаморфтық жыныстардың минералдық және химиялық құрамы	98
Метаморфтық жыныстардың текстурасы	101
Метаморфтық жыныстардың структурасы	105
Метаморфизм фациялары	120
Анықтаушы және қарсы минералдар мен минералдық парагенезистер	124
Қатақлаздық метаморфизм және оның жыныстары	128
Жапсар-термалық метаморфизм және оның жыныстары	136
Аймақтық метаморфизм және оның жыныстары	149
Метасоматиттер	167
Метасоматиттерді жүйелеу және олардың петрографиялық сипаттамасы	172

А.Т.Бекботаев

ПЕТРОГРАФИЯ ЖӘНЕ ПЕТРОЛОГИЯ
/оқу құралы/

Дайындап, шығаруға жауаптылар: Ш.Баймолдина

Қ.Бабашева

Техникалық редакторы: К.Тұрымбетова

Басуға 21.09.99ж.қол қойылды. Пішімі 60х84 1/16
Баспаханалық № 2 қағаз. Офсеттік басылыс.
Шартты баспа табағы 12,062. Таралымы 500 дана.
Бағасы келісімді. Заказ № 1493.

Қазақстан Республикасы Білім министрлігіне қарасты
Оқу және методикалық әдебиеттер жөніндегі республикалық
баспа кабинеті

480057, Алматы қаласы, Ғароков көшесі, № 215 үй
Гипография оперативті және стандартты-бизнесной продукция
Министерство печати и массовой информации
480010, г. Алматы, ул. К. Маркса 15/1